AIRCRAFT ELECTRICAL & ELECTRONICS

XI

SEMESTER 3

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret.Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas.Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik.Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1.Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih.Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya.Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014
Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

Halaman

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

GLOSSARIUM

ISTILAH	KETERANGAN
Arus listrik	Proses perpindahan elektron dari titik positip ke titik negatip
AC	Alternating Current/Arus bolak-balik
Anoda	Nama kaki dioda yang berhubungan dengan atom P (positip)
Bias forward	Tegangan panjar arah maju yang menyebabkan dioda menghantar (mengalirkan arus listrik)
Bias revers	Tegangan panjar arah balik yang menyebabkan dioda tidak menghantar
DC	Direct Current/Aru searah
Frekuensi	Getaran listrik yang mempunyai amplitudo dan perioda/waktu yang tetap
Hambatan listrik	Bahan atau zat yang bisa menghambat aliran elektron
Induktor	Komponen listrik/elektronika yang berfungsi sebagai beban induktif
Kondensator	Komponen listrik/elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik
Katoda	Nama kaki dioda yang berhubungan dengan atom N (negatip)
Tegangan listrik	Antara dua benda yang tidak sama sifat muatannya terdapat beda tegangan listriknya
Transformator	Alat listrik/elektronika yang berfungsi memindahkan daya listrik dari sisi primer ke sisi sekunder
Bilangan Desimal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
Bilangan Biner	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0 dan 1
Bilangan oktal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Bilangan hexadesimal	Bilangan yang terdiri dari angka-angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
DC	Direct Current/Arus searah
Energi	Daya atau tenaga
Frekuensi	Getaran listrik yang mempunyai amplitude dan perioda/waktu yang tetap
Farad	Satuan untuk kapasitansi kondensator
Hambatan listrik	Bahan atau zat yang bisa menghambat aliran elektron
Herzt	Satuan untuk frekuensi listrik
Henry	Satuan untuk induktor/lilitan
LED	Ligth Emiting Diode : dioda yang akan menyala jika dialiri arus DC arah maju
Ohm	Satuan untuk hambatan listrik

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Aircraft Electrical and Electronic adalah salah satu mata pelajaran produktif pada jurusan kelistrikan Pesawat Udara yang harus di ikuti oleh peserta didik di Sekolah Menengah KejuruanNegeri 12 Bandung.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, maka perkembangan di bidang listrik dan elektronikapun berkembang dengan pesat.Hal in ditanda idengan bermunculanny berbagai macam produk peralatan yang penggunaanya berhubungan dengan listrik dan elektronika.Rangkaian listrik dan elektronika sebenarnya terdiri dari sederetan komponen-komponen yang di rangkai menjadi satu kesatuan yang utuhdan di atur secara rapi berurutan di buat sedemikian rupa sehingga menimbulkan kesan indah dan memiliki nilai seni.

Bidang listrik dan elektronika sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Karena itulah peserta didik harus mempunyai pengetahuaan tentang listrik dan elektronika agar dapat memahami suatu rangkaian antara lain :

a. Istilah-istilah tentang litrik dan elektronika.

b. Mengetahui wujud, bentuk fisik dan besaran-besaran dari berbagai komponen.

c. Mengetahui makna dan arti dari kode-kode dan lambang yang terdapa dalam rangkaiaan listrik dan elektronika.

d. Mengetahu fungsi dan kegunaan dari komponen-komponen.

e. Membuat dan membaca gambar rangkaian listrik dan elektronika.

f. Mengetahu ipengguaan alat ukur yang di gunakan dalam praktek pembuatan rangkaian listrik dan elektronika.

Bukubahan ajar ini terdiri dari Kompetensi Dasar,yaitu :

- Menjelaskan Komponen Pasif sesuai dengan Karakteristiknya

- Menjelaskan Komponen Aktif sesuai dengan Karakteristiknya
- Menjelaskan KomponenTerpadu (IC)
- Menjelaskan Aljabar Boole
- Mendiskusikan Persamaan Keluaran
- Menggunakan Komponen Pasif Sesuai Dengan Karakteristiknya
- Menggunakan Komponen Aktif sesuai Dengan Karakteristiknya
- Menggunakan Komponen IC Terpadu

Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta didik mampu memahami fungsi, konstruksi dan prinsip kerja rangkaiaan yang berhubungan dengan Aircraf Electric and Electronic dar isemua komponen yang ada dan digunakan pada alat-alat secara umum atau khususnya pada pesawat udara serta mengaplikasikannya pada kehidupan sehari-hari.

Pendekatan pembelajaran dengan system modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belaja rsecara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. .Modul ini adalah sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta didik dapat belajar efektif dan efisien.

B. Prasyarat

Untukmelaksanakanmodul Aircraft Electrical and Elektronics memerlukankemampuanawal yang harusdimilikipesertadidik yaitu:.

1. Sudah menyelesaikan mata pelejaran Basic Skills Kelistrikan Pesawat Udara.
2. Sudah menyelesaikan mata pelajaran Basic Skills Electronika Pesawat Udara.

C. PetunjukPenggunaanModul

Petunjuk bagi Peserta Didik

Agar diperoleh hasil yang di inginkan pada peningkatan kompetensi, maka tatacara belajar bagi peserta didik memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a) Bacalah dengan seksama lembar informasi pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam modul.

b) Konsultasiikan jika ada materi di dalam modul yang kurang jelas atau tidak mengerti kepada Guru.

c) Cermatilah langkah langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lemba rkerja yang ada dalam modul.

d) Mengerjakan soal-soai dengan baik yang ada di dalam lemba rlatihan pada setiap kegiatan belajar.

1. **Petunjuk bagi Guru**

a) Membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar.

b) Membimbing peserta didik melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.

c) Membantu peserta didik dalam memahami konsep, prinsip kerja, dan menjawab pertanyaan peserta didik mengenai proses belaja ryang di ikutinya.

d) Membantu peserta didik untuk menentuka dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.

e) Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika di perlukan.

f) Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membant jika diperlukan.

D. Tujuan Akhir

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang "A*ircraft Electrical and Electronic*". Peserta didik dapat dinyatakan telah berhasi menyelesaikan moduL ini jika anda telah mengejakan seluruh isi dari modul bahan aja ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar dan telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 2,66.

E. KompetensiInti Dan KompetensiDasar

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 **Menghayatidanmengamalkanajaran agama yang dianutnya**	1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalammemahamidanmenerapkankonsepkelistrikandanelektronika
	1.2 Mengamalkannilai-nilaiajaran agama sebagai tuntunan dalammemahamidanmenerapkankonsepkelistrikandanelektronika
KI-2 **Menghayatidanmengamalkanperilakujujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsifdan pro-**	2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika
	2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika

aktifdanmenunjukansikapsebagaibagiandarisolusiatasberbagaipermasalahandalamberinteraksisecaraefektifdenganlingkungansosialdanalamsertadalammenempatkandirisebagaicerminanbangsadalampergaulandunia.	2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam memahami dan menerapkan konsep kelistrikan dan elektronika
KI-3 **Memahami, menerapkan, danmenganalisispengetahuanfaktual, konseptual, prosedural, danmetakognitifberdasarkan rasa ingintahunyatentangilmupengetahuan, teknologi, seni, budaya, danhumanioradalamwawasankemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, danperadabanterkaitpenyebabfenomenadankejadiandalambidangkerja yang spesifikuntukmemecahkanmasalah.**	3.1 Menjelaskankomponenpasifsesuaidengankarakteristiknya 3.2 Menjelaskankomponenaktifsesuaidengankarakteristiknya 3.3 menjelaskankomponenterpadu (IC)
KI-4 **Mengolah, menyaji, danmenalardalamranahkonkret**	4.1 Menggunakankomponenpasifsesuaidengankarakteristiknya 4.2 Menggunakankomponenaktifsesuaidengankarakteristiknya

danranahabstrakterkaitdengan pengembangandari yang dipelajarinya di sekolahsecaramandiri, bertindaksecaraefektifdankreat if, danmampumelaksanakantugas spesifik di bawahpengawasanlangsung.

F. CekKemampuanAwal.

DaftarPertanyaan	Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100)
1. Sebutkan Jenis – jenis komponen Pasif !	
2. Sebutkan fungsi dari Resistor yang anda ketahui !	
3. Sebutkan Jenis – jenis komponen Aktif !	
4. Sebutkan fungsi dari dioda yang anda ketahui !	
5. Sebutkan fungsi dari IC yang anda ketahui !	
6. Sebutkan jenis – jenis sistem bilangan yang anda ketahui !	
7. Sebutkan Salah satu gerbang logika yang anda ketahui !	
8. Jenis rangkaian flip – flop dasar adalah ...	

9. Apa yang di maksud dengan penguat pada rangkaian listrik dan elektronika?	
10. Apa yang dimaksud dengan listrik ?	
11. Apa yang di maksud elektronika ?	

BAB II

PEMBELAJARAN

1. Pembelajaran pertama

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan belajar pertama, diharapkan peserta didik dapat:

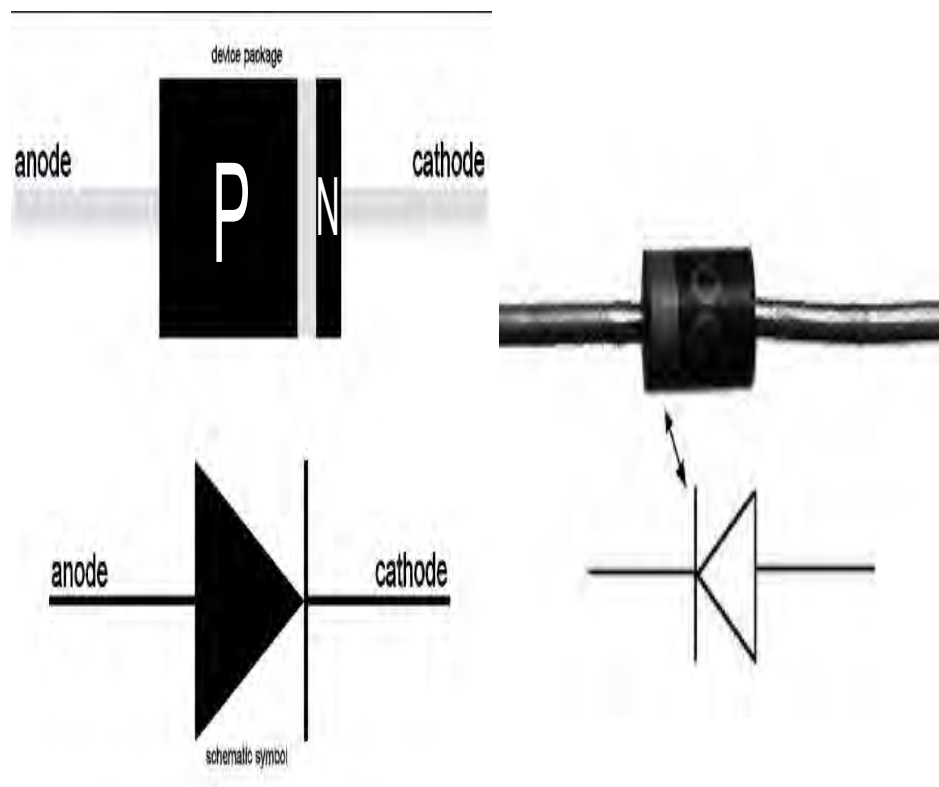
1. Menyebutkan fungsi resistor
2. Menyebutkan nilai resistansi suatu resistor berdasarkan kode warna yang ada
3. Menyebutkan fungsi kapasitor
4. Menyebutkan nilai kapasitansi suatu kondensator berdasarkan kode angka dan huruf yang ada
5. Menyebutkan fungsi induktor
6. Menghitung nilai induktansi suatu induktor
7. Menyebutkan fungsi transformator daya
8. Menghitung besarnya tegangan sekunder jika tegangan primer dan perbandingan transformasinya diketahui.

B. Uraian Materi

- **RESISTOR**

Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor.Kebalikan dari bahan yang konduktif, yaitu bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron sehingga disebut sebagai isolator.Resistor adalah komponen dasar elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena bisa berfungsi sebagai pengatur atau untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian.Dengan resistor, arus listrik dapat didistribusikan sesuai dengan kebutuhan.Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon.Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

Di dalam rangkaian elektronika, resistor dilambangkan dengan huruf "R". Dilihat dari bahannya, ada beberapa jenis resistor yang ada dipasaran antara lain : Resistor Carbon, Wirewound, dan Metalfilm. Ada juga Resistor yang dapat diubah-ubah nilai resistansinya antara lain: Potensiometer, Rheostat dan Trimmer (Trimpot). Selain itu ada juga Resistor yang nilai resistansinya berubah bila terkena cahaya namanya LDR (Light Dependent Resistor) dan resistor yang nilai resistansinya akan bertambah besar bila terkena suhu

panasyang namanya PTC (Positive Thermal Coefficient) serta resistor yang nilai resistansinya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas yang namanya NTC (Negative Thermal Coefficient). Untuk resistor jenis carbon maupun metalfilm biasanya digunakan kode-kode warna sebagai petunjuk besarnya nilai resistansi (tahanan) dari resistor.Resistor ini mempunyai bentuk seperti tabung dengan dua kaki dikiri dan kanan.Pada badannya terdapat lingkaran membentuk cincin kode warna, kode ini untuk mengetahui besar resistansi tanpa harus mengukur besarnya dengan ohmmeter.Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association) seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.1.

Besaran resistansi suatu resistor dibaca dari posisi cincin yang paling depan ke arah cincin toleransi. Biasanya posisi cincin toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan posisi cincin yang pertama agak sedikit ke dalam.Dengan demikian pemakai sudah mengetahui berapa toleransi dari

resistor tersebut.Kalau kita telah bisa menentukan mana cincin yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya.

Jumlah cincin yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya.Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 cincin (tidak termasuk cincin toleransi).Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 cincin (tidak termasuk cincin toleransi).Cincin pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan cincin terakhiradalah faktor pengalinya.

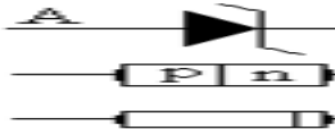
Misalnya resistor dengan cincin kuning, violet, merah dan emas.Cincin berwarna emas adalah cincin toleransi.Dengan demikian urutan warna cincin resistor ini adalah, cincin pertama berwarna kuning, cincin kedua berwarna violet dan cincin ke tiga berwarna merah.Cincin ke empat yang berwarna emas adalah cincin toleransi.Dari tabel 1.1 diketahui jika cincin toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%.Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya.Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini.Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga cincin selain cincin toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh cincin pertama dan cincin kedua. Masih dari tabel 1.1, diketahui cincin kuning nilainya = 4 dan cincin violet nilainya = 7. Jadi cincin pertama dan ke dua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47.Cincin ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna cincinnya merah berarti faktor pengalinya adalah100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau 47 x 100 = 4700 Ohm = 4,7K Ohm (pada rangkaian elektronika biasanya di tulis 4K7 Ohm) dan toleransinya adalah +5%. Arti dari toleransi itu sendiri adalah batasan nilai resistansi minimum dan maksimum yang di miliki oleh resistor tersebut. Jadi nilai sebenarnya dari resistor 4,7k Ohm +5% adalah : 4700 x 5% = 235

Jadi,

Rmaksimum = 4700 + 235 = 4935 Ohm

Rminimum = 4700 – 235 = 4465 Ohm

Apabila resistor di atas di ukur dengan menggunakan ohmmeter dan nilainya berada pada rentang nilai maksimum dan minimum (4465 s/d 4935) maka resistor tadi masih memenuhi standar. Nilai toleransi ini diberikan oleh pabrik pembuat resistor untuk mengantisipasi karakteristik bahan yang tidak sama antara satu resistor dengan resistor yang lainnya sehingga para desainer elektronika dapat memperkirakan faktor toleransi tersebut dalam rancangannya. Semakin kecil nilai toleransinya, semakin baik kualitas resistornya. Sehingga dipasaran resistor yang mempunyai nilai toleransi 1% (contohnya: resistor metalfilm) jauh lebih mahal dibandingkan resistor yang mempunyai toleransi 5% (resistor carbon)

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Karena resistor bekerja dengan di aliri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar :

Semakin besar ukuran fisik suatu resistor, bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya maksimum 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk balok memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder dan biasanya untuk resistor ukuran besar ini nilai resistansi di cetak langsung dibadannya tidak berbentuk cincin-cincin warna, misalnya 100Ω5W atau 1KΩ10W. Dilihat dari fungsinya, resistor dapat dibagi menjadi :

1. Resistor Tetap (Fixed Resistor)

Yaitu resistor yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan).Resistor ini biasanya dibuat dari nikelin atau karbon.Berfungsi sebagai pembagi tegangan, mengatur atau membatasi arus pada suatu rangkaian serta memperbesar dan memperkecil tegangan.

2. Resistor Tidak Tetap (variable resistor)

Yaitu resistor yang nilainya dapat berubah-ubah dengan jalan menggeser atau memutar toggle pada alat tersebut, sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Berfungsi sebagai pengatur volume (mengatur besar kecilnya arus),tone control pada sound system,pengatur tinggi rendahnya nada (bass/treble) serta berfungsi sebagai pembagi tegangan arus dan tegangan.

3. Resistor NTC dan PTC.

NTC (Negative Temperature Coefficient), yaitu resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Sedangkan PTC (Positive Temperature Coefficient), yaitu resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin.

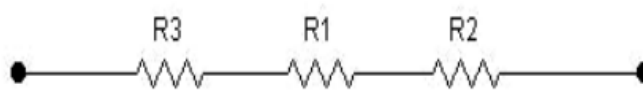
4. Resistor LDR

LDR (Light Dependent Resistor) yaitu jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya.Bila terkena cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan bila terkena cahaya terang nilainya menjadi semakin kecil.

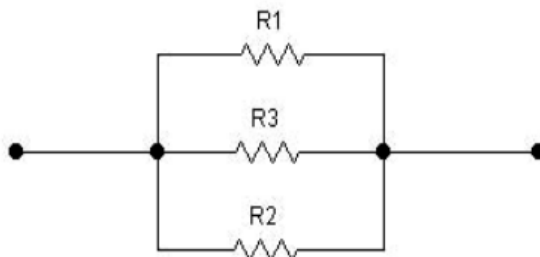
RANGKAIAN RESISTOR

Dalam praktek para desainer kadang-kadang membutuhkan resistor dengan nilai tertentu.Akan tetapi nilai resistor tersebut tidak ada di toko penjual, bahkan pabrik sendiri tidak memproduksinya. Solusi untuk mendapatkan suatu nilai resistor dengan resistansi yang unik tersebut dapat dilakukan dengan cara merangkaikan beberapa resistor sehingga didapatkan nilai resistansi yang dibutuhkan. Ada dua cara untuk merangkaikan resistor, yaitu :

1. Cara Seri
2. Cara Paralel

Rangkaian resistor secara serial akan mengakibatkan nilai resistansi total semakin besar. Di bawah ini contoh resistor yang dirangkai secara serial.

Pada rangkaian resistor serial berlaku rumus :

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3$$

Sedangkan rangkaian resistor secara paralel akan mengakibatkan nilai resistansi pengganti semakin kecil. Di bawah ini contoh resistor yang dirangkai secara paralel.

Pada rangkaian resistor paralel berlaku rumus :

$$\frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

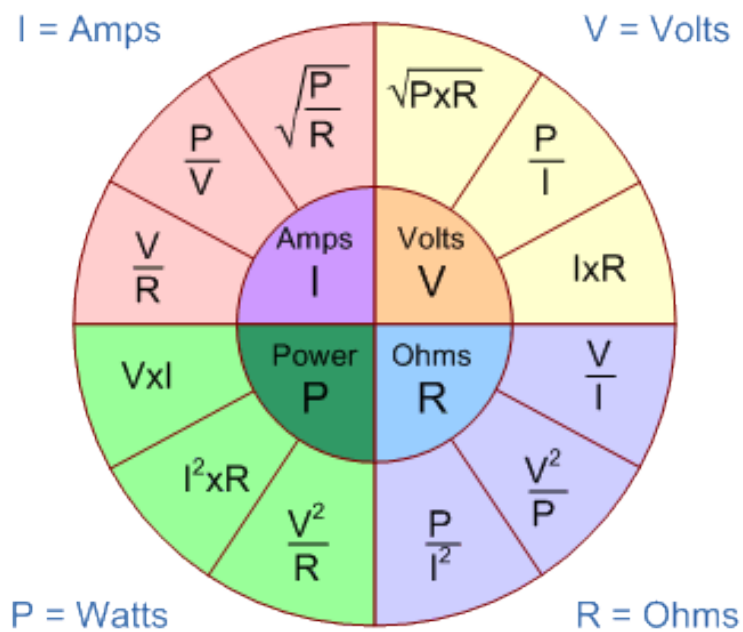
Nilai-nilai Standar Resistor

Tidak semua nilai resistansi tersedia di pasaran.Tabel 1.2 adalah contoh tabel nilai resistansi resistor standard yang beredar dipasaran. Data mengenai resistor yang ada di pasaran bias didapat dari Data Sheet yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat resistor.

Tabel 1.2 Nilai Standard Resistor

1R0	10R	100R	1K0	10K	100K	1M0
1R1	11R	110R	1K1	11K	110K	n/a
1R2	12R	120R	1K2	12K	120K	n/a
1R3	13R	130R	1K3	13K	130K	n/a
1R5	15R	150R	1K5	15K	150K	n/a
1R6	16R	160R	1K6	16K	160K	n/a
1R8	18R	180R	1K8	18K	180K	n/a
2R0	20R	200R	2K0	20K	200K	n/a
2R2	22R	220R	2K2	22K	220K	n/a
2R4	24R	240R	2K4	24K	240K	n/a
2R7	27R	270R	2K7	27K	270K	n/a
3R0	30R	300R	3K0	30K	300K	n/a
3R3	33R	330R	3K3	33K	330K	n/a
3R6	36R	360R	3K6	36K	360K	n/a
3R9	39R	390R	3K9	39K	390K	n/a
4R3	43R	430R	4K3	43K	430K	n/a

4R7	47R	470R	4K7	47K	470K	n/a
5R1	51R	510R	5K1	51K	510K	n/a
5R6	56R	560R	5K6	56K	560K	n/a
6R2	62R	620R	6K2	62K	620K	n/a
6R8	68R	680R	6K8	68K	680K	n/a
7R5	75R	750R	7K5	75K	750K	n/a
8R2	82R	820R	8K2	82K	820K	n/a
9R1	91R	910R	9K1	91K	910K	n/a

Di bawah ini beberapa rumus (Hukum Ohm) yang sering dipakai dalam perhitungan elektronika :

Konversi satuan :

1 Ohm = 1 Ω

1 K Ohm = 1 K Ω

1 M Ohm = 1 M Ω

1 K Ω = 1.000 Ω

1 M Ω = 1.000 K Ω

1 M Ω = 1.000.000 Ω

(M = Mega (10^6); K = Kilo (10^3))

Di mana :

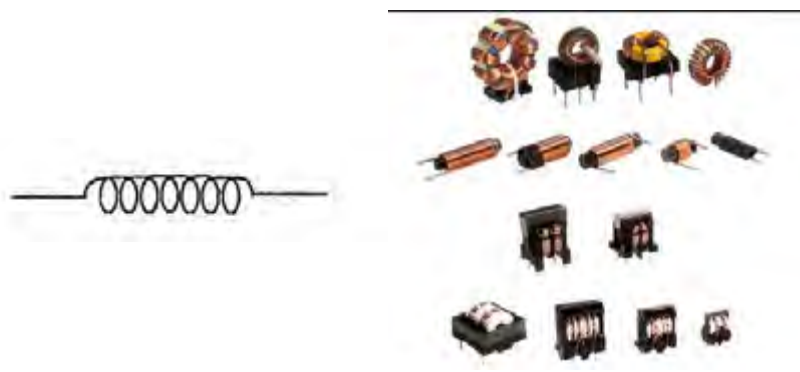
V = tegangan dengan satuan Volt

I = arus dengan satuan Ampere

R = resistansi dengan satuan Ohm

P = daya dengan satuan Watt

- **INDUKTOR**

Induktor adalah komponen listrik/elektronika yang digunakan sebagai beban induktif. Simbol induktor dapat dilihat pada gambar di bawah ini

Symbol inductor

Nilai induktansi sebuah induktor dinyatakan dalam satuan Henry. 1 Henry = 1000 mH (mili Henry). Induktor yang ideal terdiri dari kawat yang dililit, tanpa adanya nilai resistansi.Sifat-sifat elektrik dari sebuah induktor ditentukan oleh panjangnya induktor, diameter induktor, jumlah lilitan dan bahan yang mengelilinginya.Induktor dapat disamakan dengan kondensator, karena induktor dapat dipakai sebagai penampung energi listrik.Di dalam induktor disimpan energi, bila ada arus yang mengalir melalui induktor itu. Energi itu disimpan dalam bentuk medan magnit. Bila arusnya bertambah, banyaknya energi yang disimpan meningkat pula.Bila arusnya berkurang, maka induktor itu mengeluarkan energi.

Rumus untuk menetukan induksi sendiri dari sebuah induktor gulungan tunggal ialah:

$$L = 4 \text{ x } (\text{ x } r \text{ x } (2\text{x}r/d + 0{,}33)\ 10^{-9} \text{ x } n$$

Dimana: L = Induksi sendiri dalam satuan Henry (H)

r = jari-jari koker lilitan

d = diameter tebal kawat dalam cm

n = jumlah lilitan

Induktor Gulungan Tunggal

Contoh:

Berapakah besarnya induksi diri sebuah induktor tunggal dengan jari-jari koker 0,5 cm sebanyak 100 lilitan dengan diameter kawat 1 mm?

Jawab: $L = 4 \times (\times r \times (2r/d + 0{,}33) \times 10^{-9} \times n$

$L = 4 \times 3{,}14 \times 0{,}5 \times (2\times0{,}5/0{,}1 + 0{,}33) \times 10^{-9} \times 100$

$L = 6{,}48$ uH

Induktor dengan gulungan berlapis nilai induksi diri dapat dicari dengan rumus: $L = n^2 \times d \times (\times 10^{-9}$

Dimana: L = Induksi sendiri dalam satuan Henry (H)

n = jumlah lilitan

d = diameter koker dalam cm

l = panjang gulungan dalam cm

(= nilai perbandingan

h = tinggi (tebal) lapisan dalam cm

1 – (2xh/(d+h))

Nilai perbandingan: (= 20 x ---------------------

1 + (2xl/(d+h))

Gulungan berlapis

Contoh:

Sebuah spull trafo IF radio listrik mempunyai data-data sebagai berikut, n = 100, d = 2 cm, h = 1 cm, l = 2 cm. Hitunglah besarnya nilai induksi diri.

Jawab:

1 – (2xh/(d+h))

Nilai perbandingan : (= 20 x ----------------------

1 + (2xl/(d+h))

1 – (2x1/(2+1))

Nilai perbandingan : (= 20 x ----------------------

1 + (2x2/(2+1))

1 – 0,66

Nilai perbandingan : (= 20 x ------------- (= 20 x 0,14 (= 2,8

1 + 1,33

$L = 100^2 \times 2 \times 2{,}8 \times 10^{-9}$ L = 56 uH

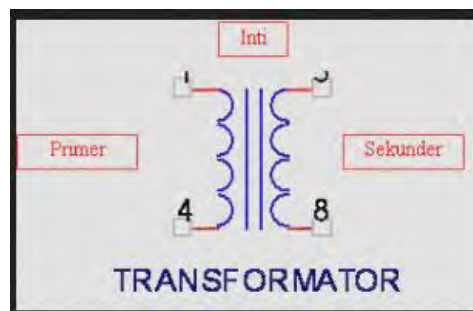
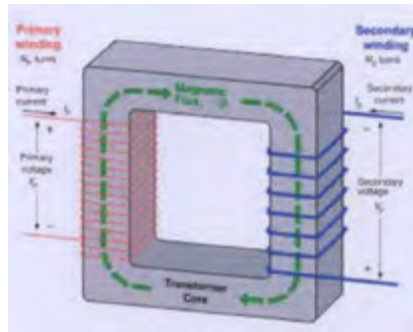
Komponen elektronik yang termasuk induktor karena memakai lilitan kawat antara lain:

- Trafo daya yang dikenal dengan trafo *step up* dan trafo *step down*
- Trafo frekuensi rendah dikenal dengan trafo input dan output
- Trafo frekuensi tinggi misalnya spull antena dan spull osilator
- Trafo frekuensi menengah antara dikenal dengan trafo IF
- Gulungan bicara pada mikropon atau gulungan yang terdapat pada spiker dikenal dengan *moving coil*.

- Gulungan pada relay
- Gulungan pada filter frekuensi tinggi dikenal dengan nama Rfc (*Radio frekuensi choke*) dan frekuensi rendah (*choke*)
- Gulungan pada motor listrik atau dinamo listrik
- Gulungan pada head *playback*, head rekam dan head hapus (*erase head*)

Transformator

Transformator (trafo) ialah alat listrik/elektronika yang berfungsi memindahkan tenaga (daya) listrik dari input ke output atau dari sisi primer ke sisi sekunder. Pemindahan daya listrik dari primer ke sekunder disertai dengan perubahan tegangan baik naik maupun turun.

Ada dua jenis trafo yaitu trafo penaik tegangan (*step up transformer*) dan trafo penurun tegangan (*step down transformer*). Jika tegangan primer lebih kecil dari tegangan sekunder, maka dinamakan trafo *step up*. Tetapi jika tegangan primer lebih besar dari tegangan sekunder, maka dinamakan trafo *step down*.

Pada setiap trafo mempunyai input yang dinamai gulungan primer dan output yang dinamai gulungan sekunder. Trafo mempunyai inti besi untuk frekuensi rendah dan inti ferrit untuk frekuensi tinggi atau ada juga yang tidak mempunyai inti (intinya udara).

Bagan Trafo yang dilalui Arus Listrik

Bila pada lilitan primer diberi arus bolak-balik (AC), maka gulungan primer akan menjadi magnit yang arah medan magnitnya juga bolak-balik. Medan magnit ini akan menginduksi gulungan sekunder dan mengakibatkan pada gulungan sekunder mengalir arus bolak-balik (AC). Dimisalkan pada gulungan primer mengalir arus berfasa positip (+), maka pada gulungan sekundernya mengalir arus berfasa negatip (-).Karena arus yang mengalir digulungan primer bolak-balik, maka pada gulungan sekunderpun mengalir arus bolak-balik. Besarnya daya pada lilitan primer sama dengan daya yang diberikan pada lilitan sekunder.

Jadi Pp = Ps atau Up.Ip = Us.Is

Dimana:

Pp = Daya primer dalam watt

Ps = Daya sekunder dalam watt

Up = Tegangan primer dalam volt

Us = Tegangan sekunder dalam volt

Ip = Arus primer dalam amper

Is = Arus sekunder dalam amper

Contoh:

Sebuah trafo daya dihubungkan dengan tegangan jala-jala 220 V, arus yang mengalir pada lilitan primer 0,2 amper. Jika tegangan sekundernya 12 V. Hitunglah besarnya arus sekunder.

Penyelesaian:

Up.Ip = Us.Is   220.0,2 = 12. Is   Is = 44/12   Is = 3,66 amper

Perbandingan Transformasi:

Pada umumnya jumlah lilitan primer tidak sama dengan jumlah lilitan sekunder. Untuk trafo stepup jumlah lilitan primer lebih sedikit dari jumlah lilitan sekunder, sebaliknya untuk trafo stepdown jumlah lilitan primer lebih banyak dari jumlah lilitan sekunder.Banyaknya lilitan primer dan banyaknya lilitan sekunder menunjukkan besarnya tegangan primer dan besarnya tegangan sekunder.Semakin besar tegangannya semakin banyak pula lilitannya.Jadi banyaknya lilitan berbanding lurus dengan besarnya tegangan dimasing-masing sisi. Jika lilitan sekunder= Ns dan lilitan primer = Np, maka perbandingan jumlah lilitan primer dan lilitan sekunder disebut perbandingan transformasi dan dinyatakan dengan T = Np/Ns. Pada transformator berlaku persamaan: Up/Us = Np/Ns atau T = Up/Us

Contoh:

Sebuah trafo daya tegangan primernya 220 V, tegangan sekundernya 30 V. Jumlah lilitan primernya 1100 lilit.Hitunglah banyaknya lilitan sekundernya.

Penyelesaian:

Up/Us = Np/Ns   220/30 = 1100/Ns   7,33 = 1100/Ns

Ns = 1100/7,33   Ns = 150.06 lilit

Pada teknik elektronika dikenal bermacam-macam trafo, baik untuk frekuensi tinggi maupun frekuensi rendah.Contoh trafo untuk frekuensi tinggi yaitu trafo osilator, trafo frekuensi menengah (IF), trafo spull antena (*tuner*). Sedangkan trafo yang dipakai untuk frekuensi rendah yaitu trafo input, trafo output, trafo *filte*r (*choke*).

- **KAPASITOR**

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik atau energi listrik.Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas. Seperti halnya hambatan, kapasitor dapat dibagi menjadi :

Kapasitor Tetap

Kapasitor tetap merupakan kapasitor yang mempunyai nilai kapasitas yang tetap.

Simbol Kapasitor tetap

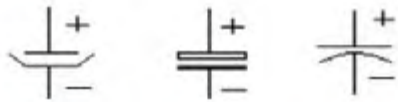
Kapasitor dapat dibedakan dari bahan yang digunakan sebagai lapisan diantaralempeng-lempeng logam yang disebut dielektrikum. Dielektrikum tersebut dapat berupa keramik, mika, mylar, kertas, polyester ataupun film. Pada umumnya kapasitor yanng terbuat dari bahan diatas nilainyakurang dari 1 mikrofarad (1µF).

Satuan kapasitor adalah Farad, dimana 1 farad = 10^{3}mF = 10^{6}µF = 10^{9}nF =10^{12}pF.

Untuk mengetahui besarnya nilai kapasitas atau kapasitansi pada kapasitor dapatdibaca melalui kode angka pada badan kapasitor tersebut yang terdiri dari 3 angka.Angka pertama dan kedua menunjukkan angka atau nilai, angka ketiga menunjukkan faktor pengali atau jumlah nol, dan satuan yang digunakan ialah pikofarad (pF).

Contoh :

Pada badan kapasitor tertulis angka 103 artinya nilai kapasitas dari kapasitortersebut adalah 10x103 pF = 10 x 1000 pF = 10nF = 0,01 µF.Kapasitor tetap yang memiliki nilai lebih dari atau sama dengan 1µF adalahkapasitor elektrolit (elco). Kapasitor ini memiliki polaritas (memiliki kutub positifdan kutub negatif) dan biasa disebutkan tegangan kerjanya.Misalnya : 100µF 16 V artinya elco memiliki kapasitas 100µF dan tegangankerjanya tidak boleh melebihi 16 volt

Simbol Elco :

Gambar Kapasitor Tetap

Kode angka dan huruf yang terdapat pada sebuah kondensator menentukan nilai kapasitansi dan tegangan kerjanya.

Kode Angka dan Huruf pada Kondensator.

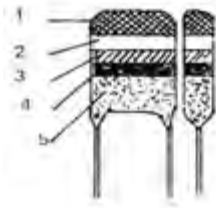
Kode Angka	Gelang 1 (Angka pertama)	Gelang 2 (Angka kedua)	Gelang 3 (Faktor pengali)	Kode huruf (Toleransi %)
0	-	0	1	F = 1 G = 2 H = 3 I = 4 J = 5 K = 10 M = 20
1	1	1	10^1	
2	2	2	10^2	
3	3	3	10^3	
4	4	4	10^4	
5	5	5	10^5	
6	6	6	10^6	
7	7	7	10^7	
8	8	8	10^8	
9	9	9	10^9	

Contohnya:

- Kode kapasitor 562 J 100 V, artinya besarnya kapasitansi 56 x 10^2pF, J: besarnya toleransi 5%, 100 V, kemampuan tegangan kerja 100 Volt.
- 100 nJ, artinya besarnya kapasitansi 100 nF, J: besarnya toleransi 5%
- Kode kapasitor 100 uF 50 V, artinya besarnya kapasitansi 100 uF, besarnya tegangan kerja 50 Volt.

Kondensator yang mempunyai gelang warna nilai kapasitansinya dapat ditentukan dengan cara membaca gelang-gelang warna tersebut dari kiri ke kanan, sedangkan nilai dari gelang warna itu adalah seperti tabel 3 di bawah ini (kondensator polikarbonat metal).

Kode Warna pada Kondensator Polikarbionat Metal

Warna	Gelang 1 (Angka pertama)	Gelang 2 (Angka kedua)	Gelang 3 (Faktor pengali)	Gelang 4 (Toleransi)	Tegangan Kerja
Hitam	-	0	1	± 20%	
Coklat	1	1	10^1		
Merah	2	2	10^2		250 V
Oranye	3	3	10^3		
Kuning	4	4	10^4		400 V
Hijau	5	5	10^5		
Biru	6	6	10^6		650 V
Ungu	7	7	10^7		
Abu-abu	8	8	10^8		
Putih	9	9	10^9	± 10%	

Urutan Kode Warna pada Kondensator

Kapasitas sebuah kondensator adalah sebanding dengan luas pelat-pelat yang membentuk kondensator tersebut.Semakin luas pelat-pelatnya semakin besar nilai kapasitansinya.Nilai kapasitansi berbanding terbalik dengan jarak dari pelat-pelatnya. Semakin kecil jarak kedua plat itu, semakin besar nilai kapasitansinya. Sebaliknya semakin jauh jarak kedua plat itu, semakin kecil nilai kapasitansinya. Nilai kapasitansi sebuah kondensator juga sebanding dengan konstanta dielektrikum dari bahan isolator yang dipasang antara kedua plat itu. Jika nilai konstanta dielektrikumnya mempunyai nilai yang besar, maka nilai kapasitansinya besar.Sebuah kondensator pelat besarnya nilai kapasitansi ditentukan dengan rumus: C = $(_o$ x $(_r$ x A/S

dimana: C = kapasitas dalam Farad

= 8,885 x 10^{-12}

$(_r$ =konstanta dielektrik relatif dari isolasi yang dipakai

A = luas pelat dalam m^2 tiap pelatnya

S = jarak pelat dalam m

Contoh:

Sebuah kondensator pelat mempunyai data-data sebagai berikut: Luas pelat 10 cm^2. Jarak kedua pelat 1 mm. Dielektrikumnya adalah udara ($(_r$ = 1). Hitunglah nilai kapasitansinya.

Jawab: C = $(_o$ x $(_r$ x A/S C = 8,885 x 10^{-12} x 1 x $10.10^{-4}/10^{-3}$

C = 8,885 pF

Muatan sebuah kondensator dapat dihitung jika nilai kapasitansi dan perbedaan tegangan antara dua pelat itu diketahui dengan menggunakan rumus: Q = C x U

Dimana: Q = muatan dalam satuan Coulomb

C = kapasitas dalam satuan Farad

U = tegangan dalam satuan Volt

Contoh

Sebuah kondensator dengan nilai kapasitansi 10 uF dipasang pada tegangan 1 volt, maka besarnya muatan Q = C x U = 10uF x 1 V

Q = 10 uC (mikro coulomb) = 10^{-6} C

- **Kapasitor Tidak Tetap**

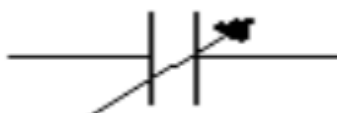
  Kapasitor tidak tetap adalah kapasitor yang memiliki nilai kapasitansi ataukapasitas yang dapat diubah-ubah. Kapasitor ini terdiri dari :

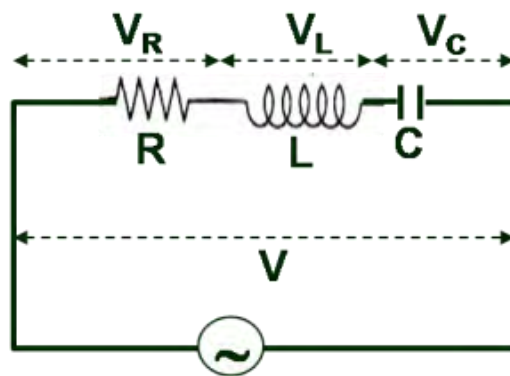
  a. Kapasitor Trimer

  Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah dengan cara memutarporosnya dengan obeng.

  b. Variabel Capasitor (Varco)

  Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah dengan memutar porosyang tersedia. (bentuk menyerupai potensiometer)

  Simbol Varco :

- Menggunakan komponen – komponen pasif / membuat rangakaian listrik

Rangkaian RLC merupakan rangkaian baik yang dihubungkan dengan paralel ataupun secara seri, namun rangkaian tersebut harus terdiri dari kapasitor; induktor; dan resistor. Penamaan RLC sendiri juga memiliki alasan tersendiri, yaitu disebabkan nama yang menjadi symbol listrik biasanya pada kapasitansi; induktansi dan ketahanannya masing-masing. Rangkaian ini akan beresonansi dengan suatu cara yang sama yaitu-sebagai Rangkaian LC, bersamaan dengan terbentuknya osilator harmonic. Pada tiap-tiap osilasi akan menyebabkan sirkuit menjadi mati dari waktu-kewaktu apabila tidak seterusnya dijalani dgn sumber, hal inilah yang menjadi perbedaan dan terlihat pada resistor. Reakasi ini yang disebut sebagai redaman. Reaksi lainnya berupa resistensi pada sejumlah resistor tidak bisa kita hindari disirkuit yg nyata, hal sama tetap akan terjadi walaupun tidak dengan kekhususan tertentu kita memasukkannya sbg komponen. Jadi, kenyataannya bahwa sirkuit LC murni itu merupakan sesuatu yang hanya ideal apabila diterapkan secara teoritis. Pada penggunaan arus AC untuk sebuah rangkaian RLC yang seri, akan menyebabkan arus listrik dapat hambatan dr R; L & C. Impedansi (Z) adalah nama dari hambatan yang terjadi tersebut. Bila ditelaah lebih lanjut, penggabungan dengan cara vektor antara R, XL dan XC itu yang disebut dengan impedansi dan besarannya diketahui dengan satuan Z tersebut.

Untuk sirkuit ini terdapat berbagai macam jenis dari RLC.Hal ini menyebabkan rangkaian RLC adalah jenis yang paling banyak dipakai diantara banyaknya jenis rangkaian osilator. Pada televisi ataupun radio, terdapat alat penerima yang disebut tuning. Rangkaian tuning ini sangat penting, karena penggunaannya yang untuk memilih rentang dari frekuensi sempit pada gelombang radio embien.Sirkuti yang disetel adalah nama lain yang sering disebut sebagai rangkaian RLC. Penggunaan rangkaian ini bisa dipakai untuk band stop filter ataupun pada band pass filter. Contoh dari band pass filter adalah tuning aplikasi. Penggambaran dari filter RLC sendiri adalah sbg sirkuti kedua order, artinya bahwa tiap-tiap arus maupun tegangan di

rangkaian bisa digambarkan dgn persamaan diferensial orde ke-2 dlm analysis rangkaian.Dalam Rangkaian RLC terdapat 3 elemen penting yang bisa dikombinasi dlm beberapa topologi yg beda-beda. Kombinasi ketiga elemen tersebut bisa dengan cara paralel ataupun seri, karenanya disebut sebagai rangkaian yang sederhana dlm konsepnya serta mudah sekali untuk melakukan analisa terhadapnya.Namun bisa diatur sedemikian rupa untuk keperluan yang praktis dalam sirkuit yg nyata.

Rangkuman

1. Fungsi resistor ialah untuk menghambat arus listrik yang melewatinya.
2. Nilai resistansi suatu resistor dapat ditentukan dengan membaca kode warna atau kode angka yang tertera pada badan resistor

   Fungsi kondensator ialah untuk menyimpan muatan listrik.
3. Nilai kapasitansi suatu kondensator dapat ditentukan dengan membaca kode warna atau kode angka yang tertera pada badan kondensator

d. Tugas 1

1. Ukurlah nilai resistansi resistor dengan kode warna coklat, hitam, merah, emas. Bandingkan dengan nilai resistansi hasil pembacaan kode warna.
2. Ukurlah nilai kapasitansi kondensator milar dengan kode angka 100 nJ, bandingkan dengan hasil pembacaan kode angka tersebut.
3. Ukurlah nilai induktansi Rfc 100 mH/250 mA, bandingkan hasil pengukuran itu dengan hasil pembacaan.
4. Ukurlah tegangan sekunder trafo 220 V/12 V, bandingkan hasilnya dengan angka yang tertera pada labelnya.

e. Tes Formatif 1

1. Sebutkan fungsi resistor!

2. Tentukan nilai resistansi suatu resistor dengan kode warna merah, merah, merah dan emas!
3. Tentukan nilai resistansi suatu resistor dengan kode angka 5W 1 R J !
4. Sebutkan fungsi kondensator!
5. Tentukan nilai kapasitansi suatu kondensator dengan kode angka 682 J 100 V!
6. Tentukan nilai kapasitansi suatu kondensator dengan kode warna coklat, merah, oranye, putih, kuning!
7. Sebutkan fungsi induktor!
8. Apa arti kode angka 100 mH/250 mA pada sebuah induktor?
9. Sebutkan fungsi transformator!
10. Tuliskan beberapa trafountuk frekuensi tinggi!

f. Kunci Jawaban 1

1. Fungsi resistor ialah untuk menghambat besarnya arus yang melaluinya.
2. 2200 Ohm – 5%
3. Kemampuan daya resistor 5 Watt, resistansi 1 Ohm, toleransi 5%
4. Fungsi kondensator ialah untuk menyimpan muatan listrik
5. Besarnya kapasitas 6800 pF, toleransi 5%, tegangan kerja 100 Volt
6. 12000 pF, 5%, 400 Volt
7. Fungsi induktor ialah sebagai beban induktif
8. Nilai induktansinya 100 mH, kemampuan arus yang mengalir 250 mA
9. Fungsi transformator ialah untuk memindahkan tenaga (daya) listrik dari input ke output atau dari sisi primer ke sisi sekunder.Trafo IF, trafo osilator, trafo *filter* frekuensi tinggi.

g. Lembar Kerja 1

Alat :

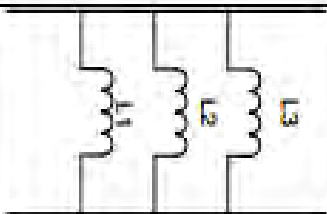
- RLC Meter
- AVO Meter

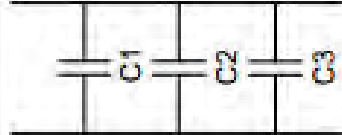
Bahan / Komponen yang digunakan :

- Tahanan (Resistor) 4 buah
- Induktor 4 buah
- Kapasitor 3 buah

Langkah-langkah kerja

1) Siapkan peralatan yang akan digunakan.
2) Siapkan komponen-komponen yang akan diukur.
3) Hitunglah secara manual komponen-komponen tersebut.
4) Kemudian ukur komponen-komponen tersebut dengan menggunakan RLC Meter.
5) Catatlah hasil pengukuran tersebut.
6) Bandingkan hasil penghitungan secara manual dengan pengukuran menggunakan RLC Meter.

Hasil pengamatan dan pengukuran

Tabel Hasil Pengukuran

Resistor

R	Gambar/Simbol	Hasil Pengukuran		Keterangan
		Manual	RLC Meter	
R 1	R1 coklat hitam Abu-abu emas	18Ω±5%	17,88Ω	Selisihnya 0,12 Ω
R 2	R2 orange merah orange emas	3,3KΩ±5%	3,251 KΩ	Selisihnya 0,049KΩ
R 3	R3 kuning emas ungu emas	4,7Ω± 5%	3,934Ω	Selisihnya 0,766 Ω

R 4	R4 coklat hitam coklat hitam kuning	$1M\Omega \pm 1\%$	0,996 MΩ	Selisihnya 0,004MΩ
R1+R2+R3 +R4	R1 R2 R4 R3	R= R1+R2+R3+R4 R=18Ω+3,3KΩ+ 4,7Ω+1MΩ R=1.003.322,7Ω R=1,003MΩ	R=1,002 MΩ	Selisihnya 0,001MΩ
R1//R2//R3 //R4	R1 R2 R3 R4	$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}$ $\frac{1}{R}=\frac{1}{18\Omega}+\frac{1}{3,3K\Omega}+\frac{1}{4,7\Omega}+\frac{1}{1M\Omega}$ R=3,73Ω	R=3,223 Ω	Selisihnya 0,507Ω
R1+(R2//R3)+ R4	R2 R1 R3 R4	R=R1+(R2//R3)+R4 R=18Ω+ $\left(\frac{1M\Omega \cdot 3,3K\Omega}{1M\Omega+3,3K\Omega}\right)$+ 4,7Ω R=3311,84Ω R=3,311KΩ	R=3,264 KΩ	Selisihnya 0,047KΩ
R3+(R2//R1// R4)	R2 R3 R1 R4	R=R3+(R2//R1//R4) R=4,7Ω+(17,92Ω) R=22,62Ω	R=21,72 Ω	Selisihnya 0,9Ω

Induktor, f = 1 KHz

L	Gambar/Simbol	Hasil Pengukuran		Keterangan
		Manual	RLC Meter	
L1		-	0,0012 mH	-
L2		-	0,0008 mH	-
L3	kuning hitam ungu	0,047 mH	0,0447 mH	Selisihnya 0,0023 mH
L4	kuning ungu coklat Tampak atas	0,47 mH	0,468 mH	Selisihnya 0,002 mH
L1+L2+L3	L1 L2 L3	L= L1+L2+L3 L=0,0012 mH+ 0,0008 mH+ 0,047 mH L=0,049 mH	L=0,052 mH	Selisihnya 0,003 mH
L1//L2//L3	L1 L2 L3	$\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}+\frac{1}{L_3}$ $\frac{1}{L}=\frac{1}{0{,}0012}+\frac{1}{0{,}0008}+\frac{1}{0{,}047}$ L=4,75x10^{-4} mH L=0,475 nH	0,0006 mH	Selisihnya 0,2 nH

Kapasitor

C	Gambar/Simbol	Hasil Pengukuran		Keterangan
		Manual	RLC Meter	
C1		C=0,056 μF	C=0,056 μF	(Mika)
C2		C=3,3 μF/ 16 volt	C=3,16 μF	(elko) Selisihnya 0,14 μF
C3		C=180 pF	C=0,170 nF	(keramik) Selisihnya 0,1 pF
C1+C2+C3	C1 C2 C3	$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}$ $\frac{1}{C}=\frac{1}{0{,}056\mu F}+\frac{1}{3{,}3\mu F}+\frac{1}{180pF}$ C=0,0179 pF	C=0,17 nF	Selisihnya 0,09 pF
C1//C2//C3	C1 C2 C3	C= C1+C2+C3 C=0,056 μF+ 3,3 μF+180Pf C=3,536 μF	C=3,218 μF	Selisihnya 0,318 μF

2. Pembelajaran kedua

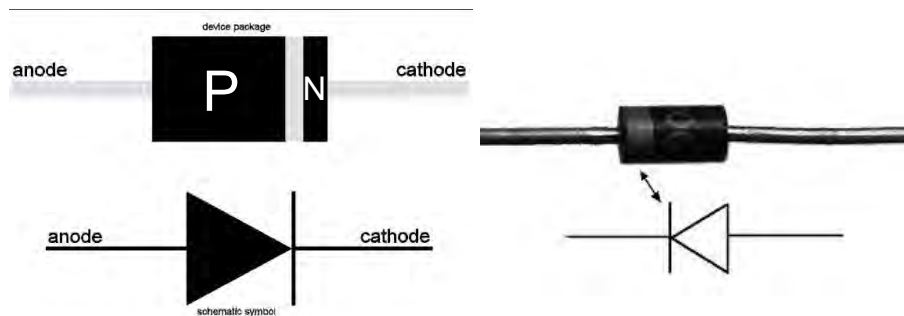
A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan kedua peserta didik dapat :

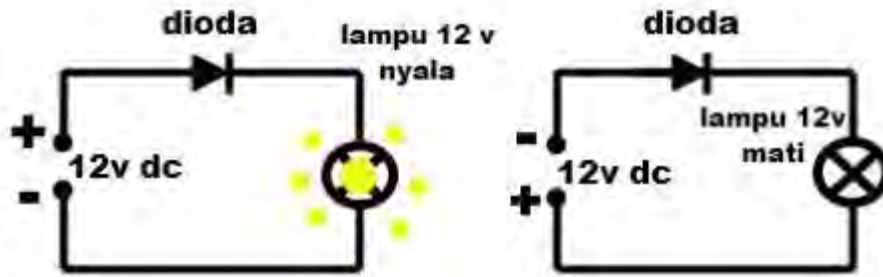
1. Menggambar simbol dioda.
2. Menuliskan dua macam penyearah dioda.
3. Menggambarkan simbol transistor PNP dan NPN.
4. Menggambarkan prisip dasar pemberian tegangan bias pada transistor PNP dan NPN.
5. Menggambarkan simbol FET dan MOSFET.
6. Menjelaskan keuntungan FET dibanding dengan transistor.
7. Memahami komponen switching
8. Menuliskan fungsi komponen switching

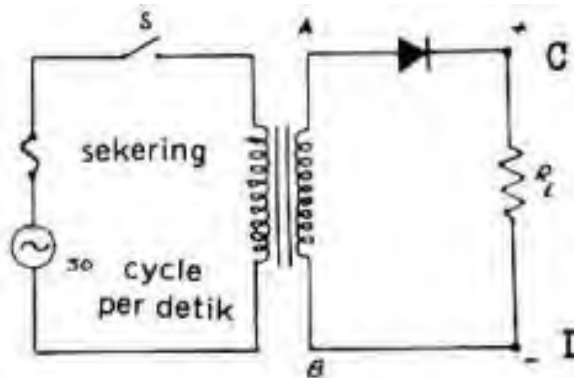
B. Uraian Materi

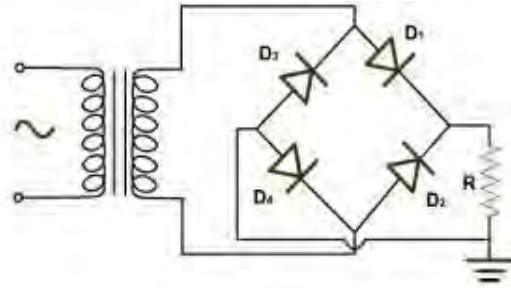
- DIODA

Dioda semi konduktor yang dipakai pada teknik elektronika pada umumnya digunakan untuk menyearahkan arus listrik AC menjadi DC.Dioda dibentuk oleh atom P dan atom N yang digabungkan menjadi satu, sehingga akan membentuk susunan seperti gambar dibawah ini.

Susunan dan Simbol Dioda Semikonduktor

Dari gambar di atas atom P disebut sebagai anoda dan atom N sebagai katoda. Bila anoda diberi muatan positip dan katoda diberi muatan negatip, maka arus akan mengalir (lampu menyala), sebaliknya jika anoda diberi muatan negatip dan katoda diberi muatan positip, maka arus tidak mengalir.

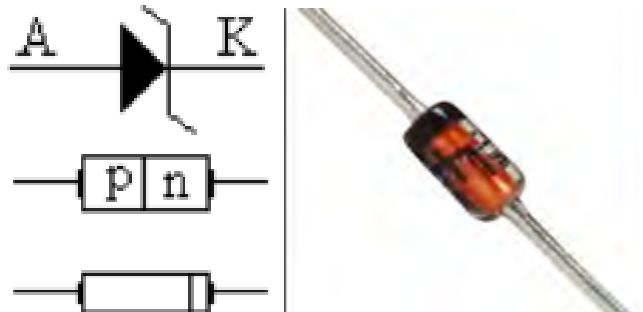
Arah gerakan arus yang mengalir ini dinamai arah gerak maju atau forward direction. Arah gerakan tanpa aliran arus ini dinamai arah gerak tentang atau revers direction

Arus DC melalui Dioda

Dioda dapat digunakan untuk menyearahkan arus AC menjadi arus DC.Ada dua macam penyearah dioda yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Pada Gambar di bawah ini memperlihatkan rangkaian penyearah setengah gelombang.

Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

Bila saklar S ditutup pada belitan sekunder akan diinduksikan tegangan bolak-balik. Pada saat t1sampai t2tegangan ujung A sedang positip sehingga pada setengah perioda ini dioda akan dilewati arus I. Arus ini akan melewati tahanan RL, sehingga antara ujung-ujung C dan D terjadi tegangan sebanding dengan besarnya arus. Pada saat t2 – t3ujung A negatip, dioda menerima tegangan revers, pada tahanan RLakan mengalir arus revers, arus ini besarnya hanya beberapa mikroamper (   ), oleh karena itu diabaikan, sehingga pada ujung-ujung RLtidak ada tegangan.Rangkaian penyearah gelombang penuh diperlihatkan pada gambar bawah ini.

Rangkaian penyearah gelombang penuh

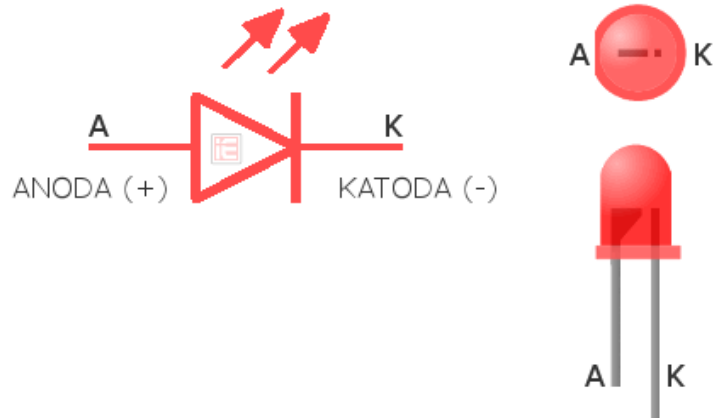
Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan sistim jembatan ini paling banyak digunakan sebagai sumber tenaga dari pesawat-pesawat elektronika.Penyearah sistim jembatan ini memerlukan empat buah dioda. Transformator yang digunakan tidak perlu mempunyai senter tap.

- **Dioda Zener**

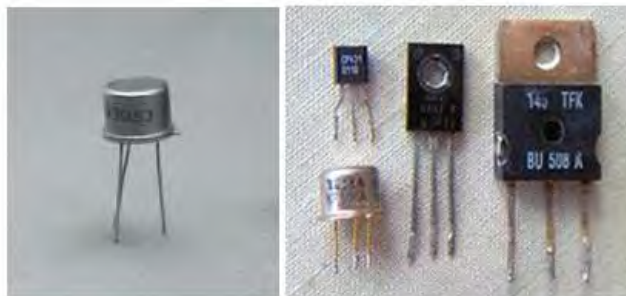
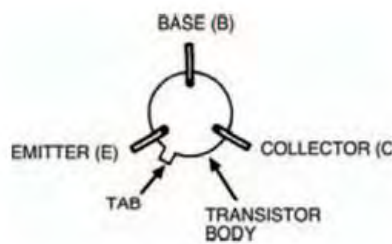
Dioda Zener adalah dioda yang bekerja pada daerah breakdown atau pada daerahkerja reverse bias. Dioda ini banyak digunakan untuk pembatas tegangan.Tipe dari dioda zener dibedakan oleh tegangan pembatasnya. Misalnya 12 V, ini berarti dioda zener dapat membatasi tegangan yang lebih besar dari 12 V atau menjadi 12 V.Simbol Dioda Zener :

Gambar symbol diode zener dan bentuk asli

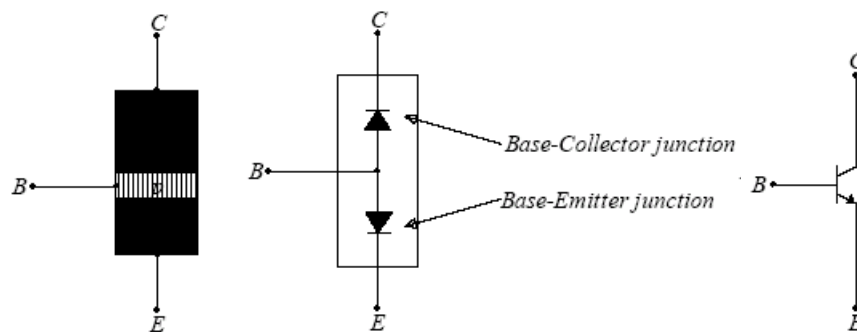
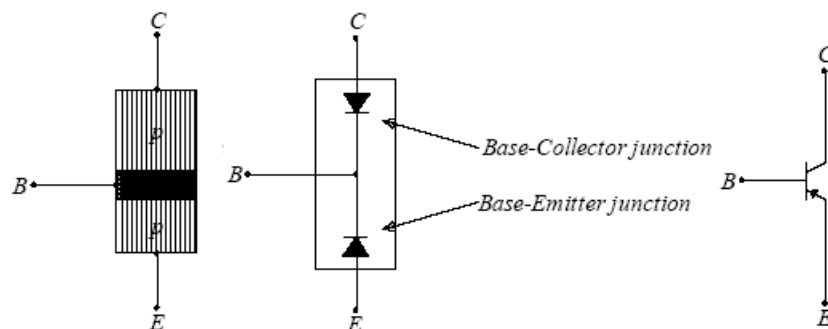
- **Dioda Pemancar Cahaya (LED)**

LED kepanjangan dari Light Emitting Diode (Dioda Pemancar Cahaya).Dioda ini akan mengeluarkan cahaya bila diberi tegangan sebesar 1,8 V denganarus 1,5 mA. LED banyak digunakan sebagai lampu indikator dan peraga(display).

Simbol LED :

Simbol dioda pemancar cahaya (LED) dan bentuk asli

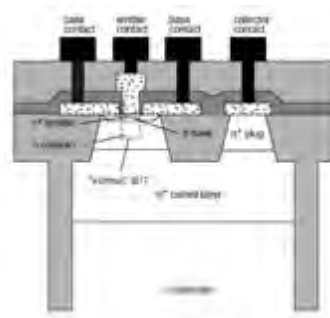
- Transistor Bipolar

  Transistor adalah komponen yang merupakan bangunan utama dari perkembangan elektronika. Divais semikonduktor biasanya diklasifikasikan dalam 2 pembagian besar, yaitu: *Bipolar Juction Transistor* (BJT) atau biasa disebut dengan Transistor saja dan *Field Effect Transistor* (FET). Bab ini, dan beberapa bab selanjutnya, akan membahas karakteristik, konfigurasi dan penggunaan Transistor dalam rangkaian elektronika. Pada umumnya, Transistor digunakan pada 3 fungsi, yaitu: sebagai saklar, pembentuk sinyal dan penguat rangkaian. Contoh sebuah Transistor dan terminal-terminalnya tampak pada Gambar.

Transistor (a) Fisik dan (b) Diagram

Transistor adalah divais 3 terminal (kaki) dan terdiri dari 2 tipe yang berbeda, yaitu Transistor NPN dan Transistor PNP.Blok diagram, skematik dan simbol Transistor, baik NPN dan PNP dapat dilihat pada Gambar 8.2.Transistor dibuat dengan menggabungkan 3 keping semikonduktor dengan doping dan ketebalan yang berbeda. Transistor NPN memilki 1 daerah *p* yang diapit oleh 2 daerah *n*, sedangkan Transistor PNP memiliki 1 daerah *n* yang diapit oleh 2 daerah *n*. Dari penggabungan ketiga terminal tersebut, maka terdapat 2 persambungan (*junction*) antara daerah *n* dan daerah *p*. Persambungan ini memiliki sifat dan karakteristik seperti Dioda biasa, yang telah dibahas pada modul-modul sebelumnya.

(a) Blok diagram, skematik, dan simbol

(b) Blok diagram, skematik, dan simbol

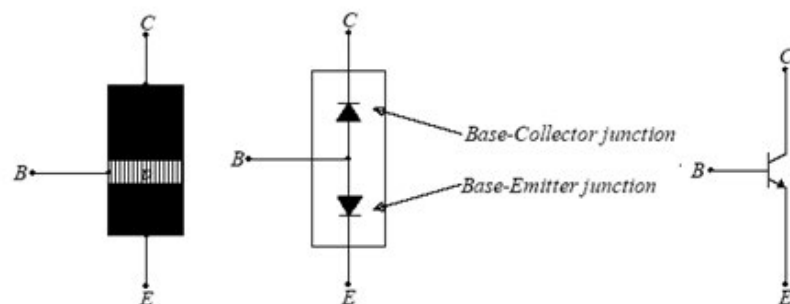
(a)Transistor NPN dan (b)Transistor PNP

Sebagaimana terlihat pada Gambar diatas, terminal-terminal Transistor disebut dengan Emiter (E), Basis (B), dan Kolektor (C). Terminal Emiter didop sangat banyak dengan bagian yang sedang, Basis didop dengan konsentrasi sedikit sekali dengan bagian yang paling tipis, dan Kolektor didop sedang dengan bagian yang besar. Pendopan dan pembagian ini akan bermanfaat untuk mendukung fungsi dan cara kerja

Transistor. Gambar dibawah ini memperlihatkan sebuah penampang semikonduktor yang difabrikasi untuk membuat sebuah Transistor.

Penampang Transistor

Perbandingan konsentrasi doping antara terminal Basis, Kolektor, dan Emiter adalah 10^{15}, 10^{17}, dan 10^{19}.Jadi, sifat elektrik masing-masing terminal tidak simetris dan masing-masing keluaran tidak dapat dipertukarkan. Agar tidak menimbulkan kebingungan, pada pembahasan awal, hanya akan dipusatkan pada Transistor NPN terlebih dahulu.

PRATEGANGAN TRANSISTOR

Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar di bawah ini, Transistor memiliki 2 persambungan, satu diantara Emiter dan Basis, disebut dengan Dioda Basis - Emiter, dan lainnya diantara Kolektor dan Basis, disebut dengan Dioda Basis - Kolektor. Karena setiap dioda memiliki 2 kemungkinan prategangan, yaitu Prategangan Manu (*forward biased*) dan Prategangan Mundur (*reverse biased*), maka Transistor memiliki 4 (empat) kemungkinan prategangan. Kemungkinan prategangan masing-masing dioda ditampilkan pada Tabel di bawah ini

Bloc Diagram, Skematik dan Simbol Transistor NPN

Kemungkinan Prategangan Dioda Basis-Emiter dan Basis-Kolektor

Dioda Basis-Emiter	Dioda Basis-Kolektor
Forwar Biased	Forwar Biased
Forwar Biased	Reverse Biased
Reverse Biased	Forwar Biased
Reverse Biased	Reverse Biased

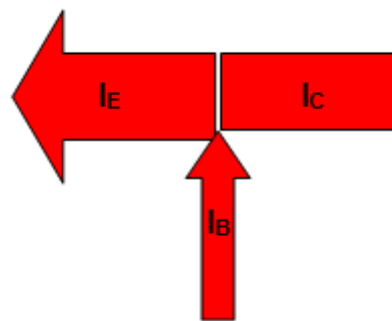
Jika kedua Dioda (Dioda Emiter dan Dioda Kolektor) diberi prategangan maju, maka kedua Dioda tersebut akan menghantarkan arus yang cukup besar. Demikian juga, jika kedua dioda diberi prategangan mundur, maka hanya arus yang sangat kecil, kalau tidak bisa dikatakan tidak terjadi arus, yang melalui kedua dioa.Kedua prategangan ini, tidak menghasilkan karakteristik yang cukup menarik untuk dibahas.

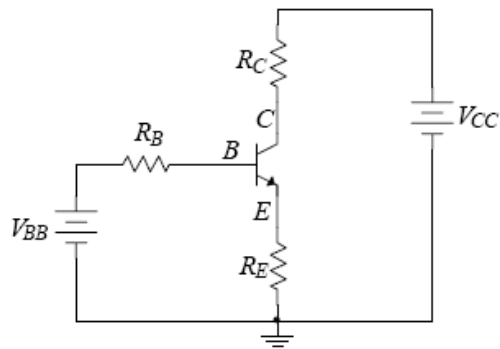
Pembahasan akan mulai menarik, jika Dioda Emiter diberiprategangan maju dan Dioda Kolektor diberi prategangan mundur (disebut dengan Prategangan Maju-Mundur), seperti tampat pada Gambar di bawah ini.

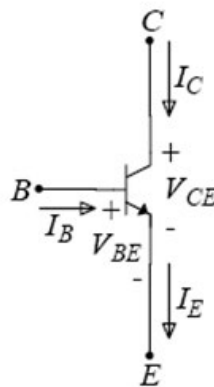
Prategangan Maju-Mundur Transistor

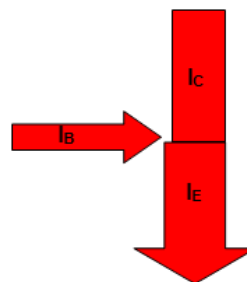
Dari gambar diatas, tampak bahwa Dioda Emiter diberiprategangan maju oleh V_{BE} dan Dioda Kolektor diberiprategangan mundur oleh V_{CB}.

Dikarenakan perbedaan konsentrasi doping pada daerah Emiter dan Basis, maka elektron dari V_{BE} diijeksikan (*emitted*) dari daerah Emiter ke daerah Basis, sehingga menghasilkan Arus Emiter, I_E.Kemudian, karena daerah Basis didop dengan konsentrasi yang sangat sedikit dan memiliki struktur yang sangat tipis, hanya sangat sedikit elektron yang terjatuh ke daerah Basis yang menghasilkan arus Basis, I_B, sehingga sebagian besar elektron dilewatkan terus menuju daerah Kolektor. Kolektor akan mengumpulkan(*collected*) elektron-elektron yang menuju padanya, dan menggerakkannya ke tegangan V_{CB}, sehingga menghasilkan Arus Kolektor, I_C.

Rangkaian yang nampak pada Gambar diatas menyatukan tegangan pada terminal Basis, sehingga dikenal dengan istilah Basis Sekutu (*Common Base*).Dari besaran-besaran arus yang terjadi, I_E, I_B dan I_C, dapat diilustrasikan pada Gambar di bawah ini. Namun, rangkaian ini tidak dapat menampilkan proses yang menarik, dimana tidak terdapat hubungan yang dapat disimpulkan. Sehingga, rangkaian ini jarang dipergunakan secara praktis.

Arah Arus pada Rangkaian Basis Sekutu (*Common Base*)

Sementara itu, terdapat rangkaian yang sering digunakan untuk menampilkan keistimewaan kerja transistor.Rangkaian ini menyatukan prategangannya pada terminal Emiter, sehingga dikenal dengan rangkaian Emiter Sekutu (*Common Emitter*), seperti tampak pada Gambar di bawah ini.

Transistor dengan Prategangan *Common Emitter*

Tampak pada gambar diatas bahwa, Dioda Emiter diberi prategangan maju V_{BB} dan Dioda Kolektor diberi prategangan mundur V_{CC}. Sehingga, pembagian arah arusnya adalah seperti yang diperlihatkan pada Gambar di bawah ini:

Pembagian Arus pada *Common Emitter* Transistor

Pembagian arus diatas dapat diilustrasikan seperti pada Gambar di bawah ini.Dari gambar tersebut tampak bahwa dengan arus Basis, I_B, yang kecil dapat menghasilkan arus Kolektor, I_C, yang besar.Dari sinilah kerja transistor jadi sangat menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Arah Arus pada Rangkaian Emitter Sekutu (*Common Emitter*)

Jika Hukum Arus Khirchoff (KCL) diterapkan pada rangkaian diatas, akan didapatkan, bahwa:

$I_E = I_C + I_B$

karena dikatakan bahwa hanya sedikit elektron yang terjatuh pada daerah Basis, sedangkan sebagian besar elektron diteruskan ke daerah Kolektor, maka terdapat hubungan antara arus I_B dengan arus I_C, yang didefinisikan dengan Beta DC, β_{dc}, yaitu:

$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$, atau

$I_C = \beta_{dc} I_B$

Selain itu, terdapat pula hubungan antara arus I_E dengan arus I_C, dimana hampir semua elektron yang diemisikan oleh daerah Emiter dikumpulkan oleh daerah Kolektor. Berarti, arus kolektor, I_C, hampir sama dengan arus emiter, I_E, yang didefinisikan dengan Aplha DC, α_{dc}, yaitu:

$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$, atau

$I_C = \alpha_{dc} I_E$

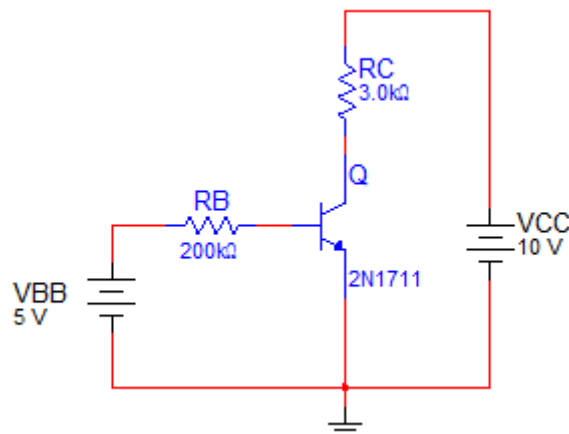
Biasanya, harga β_{dc}berkisar antara 50 hingga 300, sedangkan harga α_{dc} berkisar antara 0.95 hingga 1. Hubungan antara β_{dc} dengan α_{dc} adalah sebagai berikut:

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{\beta_{dc} + 1}$$

Jika diasumsikan bahwa putaran arus pada Dioda Emiter sebagai putaran Input dan putaran arus pada Dioda Kolektor sebagaia putaran output, maka dapat dikatakan bahwa, terjadi penguatan arus I_B sebesar β_{dc} sehinga menghasilkan arus I_C. Inilah yang menjadi salah satu karakteristik utama dari Transistor, yaitu dengan syarat:

1. Dioda Emiter harus diberi prategangan maju
2. Dioda Kolektor harus diberiprategangan mundur
3. Tegangan pada Dioda Kolektor harus lebih kecil dari tegangan *Breakdown*-nya

RANGKAIAN TRANSISTOR SEDERHANA

Berikut ini, akan dibahas secara global, sebuah rangkaian transistor sederhana. Rangkaian Transistor Emitter Sekutu ini terdiri dari sebuah transistor, 2N1711, prategangan pada dioda emiter, V_{BB}, prategangan pada dioda kolektor, V_{CC}, tahanan basis, R_B dan tahanan kolektor, R_C, sebagaimana tampak Gambar di bawah ini :

Rangkaian Transistor Sederhana

Rangkaian transistor sederhana diatas dianalisa dengan melhatnya dari dua lup, yaitu lup dioda Basis –Emitter dan lup dioda Basis – Kolektor.

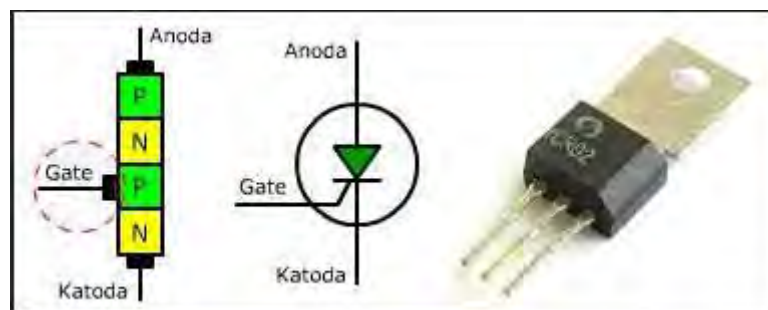
Persamaan Lup Emiter:

$$-V_{BB} + I_B R_B + V_{BE} = 0$$
$$I_B R_B = V_{BB} - V_{BE}$$
$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Persamaan Lup Kolektor:

$$-V_{CC} + I_C R_C + V_{CE} = 0$$
$$I_C R_C = V_{CC} - V_{CE}$$
$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

- **THYRISTOR**

  SCR disebut juga **Thyristor** dan dipakai sebagai pengatur daya dan saklar. Penggunaan SCR sebagai pengatur daya dan sebagai saklar sangat menguntungkan dibandingkan dengan saklar mekanik sebab tak ada kontak-kontak yang aus karena terbakar, tidak menjangkitkan busur api dan memerlukan sedikit komponen-komponen tambahan. SCR dapat dipakai untuk mengatur daya yang besar-besar sepertin mesin-mesin listrik, sedangkan SCR itu sendiri memerlukan daya yang kecil saja. Gambar 22 memperlihatkan bentuk dan simbol dari SCR.

Bentuk dan Simbol SCR

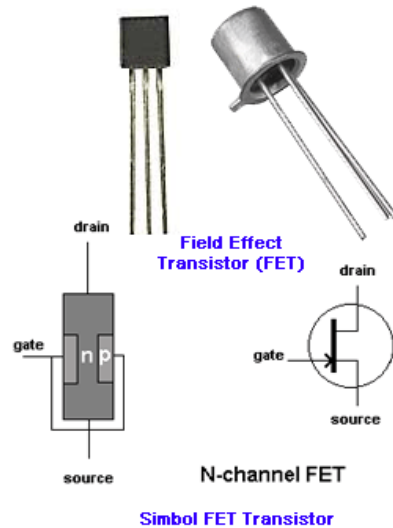
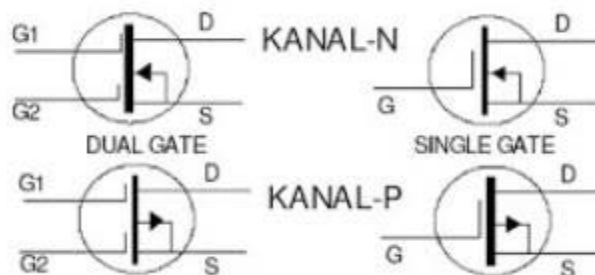
- **FET dan MOSFET**

FET singkatan dari Field Effect Transistor(Transistor Efek Medan). Kelebihan FET dibanding dengan transistor ialah:

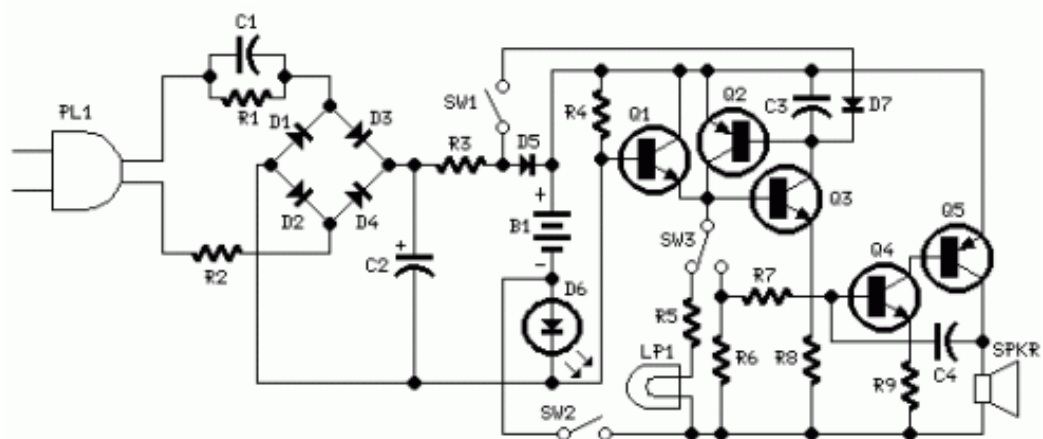
a) FET tidak tergantung dari sedikitnya sinyal input namun mempunyai faktor radiasi tahanan yang baik sekali.

b) FET tidak mengalami gangguan yang diakibatkan dari sumber. Jadi jelasnya FET low noise.

c) FET dapat bekerja pada sumber tegangan yang sangat rendah.

Susunan, simbol dan bentuk dari FET adalah seperti gambar di bawah ini

MOSFET singkatan dari Metal Oxyde Semiconductor Field Effect Transistor. Antara FET dan MOSFET sebenarnya tidak ada perbedaan, hanya pada MOSFET ditambah lapisan tipis SiO2yang membatasi Gate dan Chennel dan arus yang masuk kecil sekali.

Simbol MOSFET

- **Rangakaian Alarm dan Lampu Darurat**

  Rangakaian Alarm dan Lampu daruratini secara permanen dicolokkan ke soket listrik sehingga baterai NI-CD akan terisi. Ketika terjadi pemadaman listrik, lampu otomatis menyala.Selain penerangan lampu, sebuah alarm suara dapat digunakan.Ketika pasokan listrik hidup kembali, lampu atau alarm akan mati (off). Switch melakukan fungsi "latch-up", untuk memperpanjang pengoperasian lampu atau alarm bahkan ketika listrikhidup kembali.

Cara kerja:

- Tegangan listrik berkurang menjadi sekitar 12V DC di terminal C2, dengan cara reaktansi C1 dan jembatan dioda (D1-D4). sehingga menghindari penggunaan transformator listrik.
- Trickle- pengisian arus untuk baterai B1 disediakan oleh rangkaian resistor R3, D5 dan LED hijau D6 yang juga memantau adanya pasokan listrik dan pengisian baterai yang benar.
- Q2 & Q3 membentuk self-latching pair yang mulai beroperasi ketika terjadi pemadaman listrik. Dalam kasus ini, Q1 bias menjadi positif, sehingga transistor ini berubah pada self-latching pair.
- Jika SW3 diatur seperti yang ditunjukkan dalam diagram rangkaian, lampu menyala melalui SW2, yang biasanya tertutup, jika diatur dengan cara lain, gelombang persegi audio frekuensi generator yang dibentuk oleh Q4, Q5, dan komponen terkait akan diaktifkan, dan memicu loudspeaker.
- Jika SW1 dibiarkan terbuka, ketika pasokan listrik dipulihkan lampu atau alarm terus beroperasi. Namun dapat dinonaktifkan dengan membuka switch utama SW2 on-

off.Jika SW1 ditutup, pemulihan pasokan listrik mengakhiri dari operasi lampu atau alarm, dengan menerapkan bias positif ke basis Q2.

Komponen:

- R1; Resistor 220K 1/4W
- R2: Resistor 470R 1/2W
- R3: Resistor 1/4W 390R
- R4: Resistor 1/4W 1K5
- R5: Resistor 1R 1/4W
- R6: Resistor 10K 1/4W
- R7: Resistor 1/4W 330K
- R8: Resistor 470R 1/4W
- R9: Resistor 100R 1/4W
- C1: Kapacitor Polyester 330nF 400V
- C2: Kapacitor elektrolit 10ÂµF 63V
- C3: Kapacitor Polyester 100nF 63V
- C4: Kapacitor Polyester 10nF 63V
- D1-D5: Dioda 1N4007 1A 1000V
- D6: LED Hijau (bentuk bebas)
- D7: Dioda 1N4148 75V 150mA
- Q1, Q3, Q4: Transistor NPN BC547 45V 100mA
- Q2, Q5: Transistor PNP BC327 45V 800mA
- SW1, SW2: Switch SPST
- SW3: Switch SPDT
- LP1: 2.2V atau 2.5V 250-300mA Torch Lamp
- Spkr 8 Ohm Loudspeaker
- B1: 2.5V Baterai (dua baterai AA NI-CD yang dapat diisi ulang dihubungkan secara seri)
- PL1: Steker listrik

Rangkuman

1. Fungsi dioda ialah untuk menyearahkan arus AC menjadi arus DC dengan dua macam bentuk penyearahan yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.
2. Ada dua jenis transistor yaitu PNP dan NPN. Agar transistor dapat berfungsi sebagai penguat, maka harus diberi tegangan bias dari dua buah battery. Tegangan bias pada transistor ada dua yaitu bias forward dan bias revers.
3. FET (Field Effect Transistor) mempunyai keunggulan disbanding dengan transistor bipolar, yaitu:
   a) FET tidak tergantung dari sedikitnya sinyal input namun mempunyai faktor radiasi tahanan yang baik sekali
   b) FET tidak menga lami gangguan yang diakibatkan dari sumber. Jadi jelasnya FET low noise'

c) FET dapat bekerja pada sumber tegangan yang sangat rendah.

4. SCR disebut juga Thyristordan dipakai sebagai pengatur daya dan saklar.
5. Fungsi Dioda Zener ialah untuk menstabilkan tegangan ouput catu daya DC walaupun tegangan input berubah-ubah atau arus output berubah-ubah

d. Tugas 2

1. Tulislah cara mengetes dioda apakah masih baik atau tidak dengan memakai Ohm meter.
2. Tulislah cara mengetes transistor PNP dan NPN apakah masih baik atau tidak dengan memakai Ohm meter.

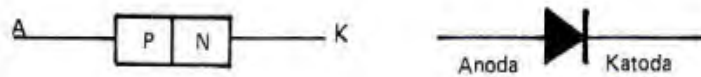
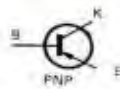
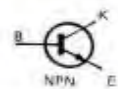
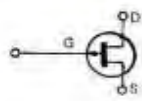
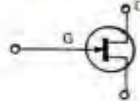
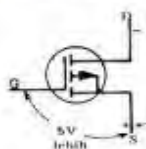
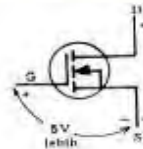
e. Tes Formatif 2

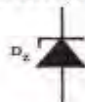
1. Sebutkan fungsi dioda dan gambarkan simbolnya !
2. Sebutkan dua jenis transistor dan gambakan simbolnya masing-masing!
3. Gambarkan simbol FET untuk kanal P dan kanal N
4. Gambarkan simbol MOSFET untuk kanal P dan kanal N
5. Gambarkan simbol SCR

6. Gambarkan simbol Zener dioda

f. Kunci Jawaban 2

1. Fungsi dioda ialah sebagai penyearah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC)

   Gambar simbol dioda:

2. Dua jenis transistor yaitu PNP dan NPN

3. Simbol FET untuk kanal P　　Simbol FET untuk kanal N

4. Simbol MOSFET untuk kanal P　　Simbol FET untuk kanal N

5. Simbol SCR

6. Simbol Zener dioda

g. Lembar Kerja 2

1. Judul: Mengetes Dioda
2. Alat dan bahan:
   a. Multimeter = 1 buah
   b. Dioda 1 Amper = 1 buah
3. Keselamatan Kerja:
   a. Jangan meletakkan Multimeter (Ohm meter) ditepi meja agar tidak jatuh
   b. Dalam menggunakan meter kumparan putar (volt meter, amper meter dan ohm meter) mulailah dari batas ukur terbesar
   c. Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar
4. Langkah kerja:
   a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
   b. Setellah multimeter pada posisi Ohm meter x1Ω, kalibrasilah.
   c. Tempelkan penyidik hitam pada kaki anoda dioda dan penyidik merah pada kaki katoda dioda. Amati penunjukkan jarum meter, menunjuk ke berapa ohm.
   d. Tempelkan penyidik merah pada kaki anoda dioda dan penyidik hitam pada kaki katoda dioda. Amati penunjukkan jarum meter, menunjuk ke berapa ohm.
   e. Buat kesimpulan dari pengamatan saudara
   f. Kembalikan semua alat dan bahan

3. Pembelajaran ketiga

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan belajar ketiga , diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami symbol IC
2. Memahami Spesifikasi IC
3. Memahami karakteristik dan Kegunaan IC
4. Memahami cara kerja rangkaian OP - AMP
5. Memahami cara kerja rangkaian Komparator
6. Memahami cara kerja rangkaian Flip – flop
7. Memahami cara kerja rangkaian Inverter
8. Memahami cara kerja rangkaian Konverter

B. Uraian Materi

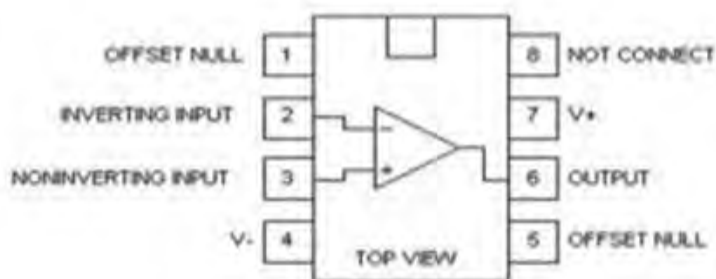
- **IC (Integrated Circuit)**

  Integrated Circuit (IC) adalah suatu komponen elektronik yang dibuat dari bahan semi conductor, dimana IC merupakan gabungan dari beberapa komponen seperti Resistor, Kapasitor, Dioda dan Transistor yang telah terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil, IC digunakan untuk beberapa keperluan pembuatan peralatan elektronik agar mudah dirangkai menjadi peralatan yang berukuran relatif kecil. Sebelum adanya IC, hampir seluruh peralatan elektronik dibuat dari satuan-satuan komponen (individual) yang dihubungkan satu sama lainnya menggunakan kawat atau kabel, sehingga tampak mempunyai ukuran besar serta tidak praktis. Teknik pembuatan IC sama dengan pembuatan transistor, karena IC memang perkembangan dari transistor. IC dapat diklasifikasikan menurut apliksasinya, yaitu IC digital dan IC analog.Di dalam IC digital terdapat rangkaian jenis saklar (on/ off), sedangkan IC analog berisi rangkaian jenis penguatan.

IC (Integrated Circuit)

Jenis-jenis IC dari segi bentuk dan fungsinya :

1. IC op-amp

Penguat operasional (Op-Amp) adalah suatu blok penguat yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Penguat operasional (Op-Amp) dikemas dalam suatu rangkaian terpadu (integrated circuit-IC).Salah satu tipe operasional amplifier (Op-Amp) yang populer adalah LM741.IC LM741 merupakan operasional amplifier yang dikemas dalam bentuk dual in-line package (DIP). Kemasan IC jenis DIP memiliki tanda bulatan atau strip pada salah satu sudutnya untuk menandai arah pin atau kaki nomor 1 dari IC tersebut. Penomoran IC dalam kemasan DIP adalah berlawanan arah jarum jam dimulai dari pin yang terletak paling dekat dengan tanda bulat atau strip pada kemasan DIP tersebut. IC LM741 memiliki kemasan DIP 8 pin seperti terlihat pada gambar berikut.

Konfigurasi Pin IC Op-Amp 741

Pada IC ini terdapat dua pin input, dua pin power supply, satu pin output, satu pin NC (No Connection), dan dua pin offset null. Pin offset null memungkinkan kita untuk melakukan sedikit pengaturan terhadap arus internal di dalam IC untuk memaksa tegangan output menjadi nol ketika kedua input bernilai nol. IC LM741 berisi satu buah Op-Amp, terdapat banyak tipe IC lain yang memiliki dua atau lebih Op-Amp dalam suatu kemasan DIP. IC Op-Amp memiliki karakteristik yang sangat mirip dengan konsep Op-Amp ideal pada analisis rangkaian.Pada kenyataannya IC Op-Amp terdapat batasan-batasan penting yang perlu diperhatikan.

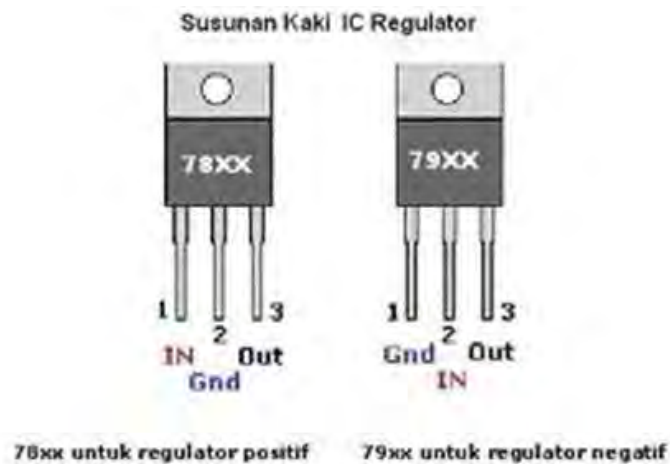
- Pertama, tegangan maksimum power supply tidak boleh melebihi rating maksimum, karena akan merusak IC.

- Kedua, tegangan output dari IC op amp biasanya satu atau dua volt lebih kecil dari tegangan power supply. Sebagai contoh, tegangan swing output dari suatu op amp dengan tegangan supply 15 V adalah ±13V.
- Ketiga, arus output dari sebagian besar op amp memiliki batas pada 30mA, yang berarti bahwa resistansi beban yang ditambahkan pada output op amp harus cukup besar sehingga pada tegangan output maksimum, arus output yang mengalir tidak melebihi batas arus maksimum.

Pada sebuah peguat operasional (Op-Amp) dikenal beberapa istilah yang sering dijumpai, diantaranya adalah :

- Tegangan ofset masukan (input offset voltage) Vio menyatakan seberapa jauh v+ dan v terpisah untuk mendapatkan keluaran 0 volt.
- Arus offset masukan (input offset current) menyatakan kemungkinan seberapa berbeda kedua arus masukan.
- Arus panjar masukan (input bias current) memberi ukuran besarnya arus basis (masukan).
- Harga CMRR menjamin bahwa output hanya tergantung pada (v+) – (v-), walaupun v+ dan v- masing-masing berharga cukup tinggi.

Untuk menghindari keluaran yang berosilasi, maka frekuensi harus dibatasi, unity gain frequency memberi gambaran dari data tanggapan frekuensi.hal ini hanya berlaku untuk isyarat yang kecil saja karena untuk isyarat yang besar penguat mempunyai keterbatasan sehingga output maksimum hanya dihasilkan pada frekuensi yang relative rendah.

2. IC power adaptor (regulator)

Pada umumnya catu daya selalu dilengkapi dengan regulator tegangan.Tujuan pemasangan regulator tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban.

Salah satu metode agar dapat menghasilkan tegangan output DC stabil adalah dengan menggunakan IC 78XX untuk tegangan positif dan IC 79XX untuk tegangan negatif dalam sistem Regulator Tegangan. Di bawah ini adalah besarnya tegangan output yang dapat dihasilkan IC regulator 78XX dan 79XX dimana XX adalah angka yang menunjukan besar tegangan output stabil.

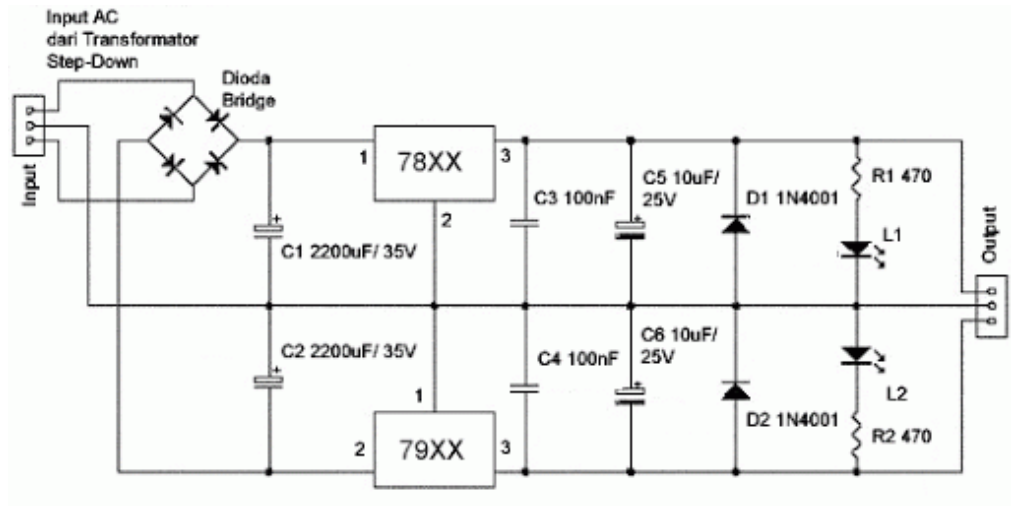
1. IC 7805 untuk menstabilkan tegangan DC +5 Volt
2. IC 7809 untuk menstabilkan tegangan DC +9 Volt
3. IC 7812 untuk menstabilkan tegangan DC +12 Volt
4. IC 7824 untuk menstabilkan tegangan DC +24 Volt
5. IC 7905 untuk menstabilkan tegangan DC -5 Volt
6. IC 7909 untuk menstabilkan tegangan DC -9 Volt
7. IC 7912 untuk menstabilkan tegangan DC -12 Volt
8. IC 7924 untuk menstabilkan tegangan DC -24 Volt

IC regulator tersebut akan bekerja sebagai *regulator tegangan DC* yang stabil jika tegangan input di atas sama dengan atau lebih dari MIV (Minimum Input Voltage), sedangkan arus maksimum beban output yang diperbolehkan harus kurang dari atau sama dengan MC (Maximum Current) sesuai karakteristik masing-masing.

Tabel Tipe IC Dengan Kemampuan Tegangan

Type IC	Regulation Voltage	Maximum Current	Minimum Input Voltage
78L05	+5V	0.1A	+7V
78L12	+12V	0.1A	+14.5V
78L15	+15V	0.1A	+17.5V
78M05	+5V	0.5A	+7V
78M12	+12V	0.5A	+14.5V
78M15	+15V	0.5A	+17.5V
7805	+5V	1A	+7V
7806	+6V	1A	+8V
7808	+8V	1A	+10.5V
7812	+12V	1A	+14.5V
7815	+15V	1A	+17.5V
7824	+24V	1A	+26V
78S05	+5V	2A	+8V
78S09	+9V	2A	+12V
78S12	+12V	2A	+15V
78S15	+15V	2A	+18V

Angka xx pada bagian terakhir penulisan tipe regulator 78xx merupakan besarnya tegangan output dari regulator tersebut. Kemudian huruh L, M merupakan besarnya arus maksimum yang dapat dialirkan pada terminal output regulator tegangan positif tersebut. Untuk penulisan tanpa huruf L ataupun M (78(L/M)xx) pada regulator tegangan positif 78xx maka arus maksimal yang dapat dialirkan pada terminal outputnya adalah 1 ampere. Karakteristik dan tipe-tipe kemampuan arus maksimal output dari regulator tegangan positif 78xx dapat dilihat pada tabel diatas. Kode huruf pada bagian depan penulisan tipe regulator 78xx merupakan kode produsen (AN78xx, LM78xx, MC78xx) regulator tegangan positif 78xx.

Berikut adalah skema lektronik *Regulator Tegangan* menggunakan IC 78XX dan IC 79XX.

Cara kerja rangkaian

Tegangan input AC dari PLN 220-240V diturunkan dengan Trafo Step-down sesuai kebutuhan. Apabila keperluan output adalah 5 Volt DC maka tegangan AC tadi cukup diturunkan menjadi 9V atau 12V.

Tegangan AC tersebut disearahkan dengan 4 buah Dioda (Dioda Bridge) kemudian difilter oleh Condensator C1 dan C2.Tegangan yang telah difilter (disaring) masih belum stabil dan belum menghasilkan 5Volt. Di sinilah IC regulator 7805 dan 7905 dipasang untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan menjadi 5 Volt.Condensator C3, C4, C5, dan C6 dipasang sebagai penghilang noise (ripple AC yang masih terbawa) sekaligus sebagai filter tambahan.Kombinasi Resistor R1-L1 dan R2-L2 adalah sebagai indikator output.

3. IC silinder

Bentuk IC jenis ini adalah silinder dan banyak digunakan pada rangkaian penguat pesawat CB (Citizen Band) atau HT (Held Tranceived). IC jenis ini mempunyai tingkat ketahanan dan keawetan lebih lama dari pada jenis IC penguat yang lain.

4. IC timer 555

IC NE555 yang mempunyai 8 pin (kaki) ini merupakan salah satu komponen elektronika yang cukup terkenal, sederhana, dan serba guna dengan ukurannya yang kurang dari 1/2 cm3 (sentimeter kubik). Pada dasarnya aplikasi utama IC NE555 ini digunakan sebagai timer (Pewaktu) dengan operasi rangkaian monostable dan Pulse Generator (Pembangkit Pulsa) dengan operasi rangkaian astable. Selain itu, dapat juga digunakan sebagai Time Delay Generator dan Sequential Timing.

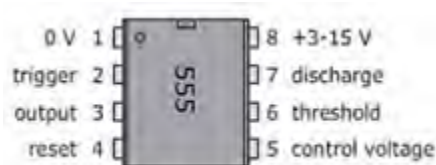
Dilihat dari perusahaan pembuatnya, IC NE555 merupakan pabrikan dari Philips dan Texas Instrument.Sebenarnya banyak perusahaan yang membuat IC yang serupa dengan NE555 ini.Masing-masing perusahaan mengeluarkan dengan desain dan teknologi yang berbeda-beda. Misalnya, National Semiconductor membuat dan menyebutnya dengan nama LM555, Motorola / ON-Semi mendesainnya dengan transistor CMOS sehingga komsusi powernya cukup kecil dan menamakannya MC1455. Maxim membuat versi CMOS-nya dengan nama M7555. Walaupun namanya berbeda-beda, tetapi fungsi dan diagramnya saling kompatibel (fungsi dan posisi pinnya) antara yang satu dengan yang lainnya.

Walaupun kompatibel satu sama lain, tetap saja ada beberapa karakteristik spesifik yang berbeda seperti konsumsi daya, frekuensi maksimum dan lain sebagainya. Kesemuanya itu, lebih jelasnya di sajikan pada datasheet masing-masing pabrikan.

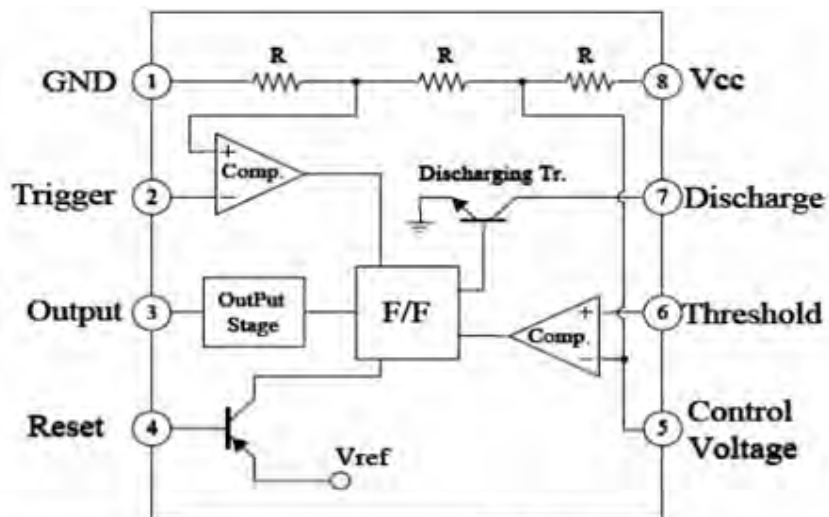
Praktisnya, fungsi dan aplikasi IC NE555 ini banyak sekali digunakan diantaranya sebagai pengatur alarm, sebagai penggerak motor DC, bisa digabungkan dengan IC TTL (Transistor-transistor Logic) dan sebagai input jam

digital untuk “keperluan yang diinginkan” (kalau hanya untuk jam digital biasa, sudah banyak IC yang bisa langsung digunakan), bisa juga dimanfaatkan dalam rangkaian saklar sentuh, dan jika digabungkan dengan infra merah ataupun ultrasonic, NE555 ini bisa dijadikan sebagai pemancar atau remote control.

Apalagi jika digabungkan dengan teknik modulasi dan beberapa komponen elektronika yang mendukung, bisa dihasilkan remote control multi channel yang bisa mengontrol beberapa perangkat elektronik lain dalam satu remote (memang jangkauan jaraknya tidak terlalu jauh, paling sekitar 10m – 20m.

Beda dengan yang menggunakan frekuensi radio). Untuk keperluan praktis dalam membuat sebuah rangkaian dengan IC ini, yang perlu diketahui adalah posisi dan fungsi masing-masing kakinya saja, yang dapat dilihat seperti berikut:

Gambar 1: 8 PIN IC NE555

PIN ke:	KETERANGAN
1	Ground (0V), adalah pin input dari sumber tegangan DC paling negative
2	Trigger, input negative dari lower komparator (komparator B) yang menjaga osilasi tegangan terendah kapasitor pada 1/3 Vcc dan mengatur RS flip-flop
3	Output, pin keluaran dari IC 555.
4	Reset, adalah pin yang berfungsi untuk me reset latch didalam IC yang akan berpengaruh untuk me-reset kerja IC. Pin ini tersambung ke suatu gate (gerbang) transistor bertipe PNP, jadi transistor akan aktif jika diberi logika low. Biasanya pin ini langsung dihubungkan ke Vcc agar tidak terjadi reset
5	Control voltage, pin ini berfungsi untuk mengatur kestabilan tegangan referensi input negative (komparator A). pin ini bisa dibiarkan tergantung (diabaikan), tetapi untuk menjamin kestabilan referensi komparator A, biasanya dihubungkan dengan kapasitor berorde sekitar 10 nF ke pin ground
6	Threshold, pin ini terhubung ke input positif (komparator A) yang akan me-reset RS flip-flop ketika tegangan pada pin ini mulai melebihi 2/3 Vcc
7	Discharge, pin ini terhubung ke open collector transistor internal (Tr) yang emitternya terhubung ke ground. Switching transistor ini berfungsi untuk meng-clamp node yang sesuai ke ground pada timing tertentu
8	Vcc, pin ini untuk menerima supply DC voltage. Biasanya akan bekerja optimal jika diberi 5V s/d 15V. Supply arusnya dapat dilihat di datasheet, yaitu sekitar 10mA s/d 15mA.

Sedangkan untuk mengetahui cara kerja dan detail struktur fisik IC NE555 ini bisa dilihat dari rangkaian/komponen internalnya.

Gambar 2: Komponen Internal IC NE555

Pada diagram blok di atas, internal IC NE555 yang kecil ini terdiri dari: 2 buah komparator (Pembanding tegangan), 3 buah Resistor sebagai pembagi tengangan, 2 buah Transistor (dalam praktek dan analisis kerjanya, transistor yang terhubung pada pin 4 biasanya langsung dihubungkan ke Vcc), 1 buah Flip-flop S-R yang akan mengatur output pada keadaan logika tertentu, dan 1 buah inverter

Threshold Voltage (V_{th})(PIN 6)	Trigger Voltage (V_{tr})(PIN 2)	Reset(PIN 4)	Output(PIN 3)	Discharging Tr. (PIN 7)
Don't care	Don't care	Low	Low	ON
$V_{th} > 2Vcc / 3$	$V_{th} > 2Vcc / 3$	High	Low	ON
$Vcc / 3 < V_{th} < 2 Vcc / 3$	$Vcc / 3 < V_{th} < 2 Vcc / 3$	High	-	-
$V_{th} < Vcc / 3$	$V_{th} < Vcc / 3$	High	High	OFF

Tabel 1: Aplikasi dasar IC Timer NE555

Dengan melihat Gambar 2 dan Tabel 1, secara umum cara kerja internal IC ini dapat dijelaskan bahwa, ketika pin 4 sebagai reset diberi tegangan 0V atau logika low (0), maka ouput pada pin 3 pasti akan berlogika low juga. Hanya ketika pin 4 (reset) yang diberi sinyal atau logika high (1), maka output NE555 ini akan berubah sesuai dengan tegangan threshold (pin 6) dan tegangan trigger (pin 2) yang diberikan

Ketika tegangan threshold pada pin 6 melebihi 2/3 dari supply voltage (Vcc) dan logika output pada pin 3 berlogika high (1), maka transistor internal (Tr) akan turn-on sehingga akan menurunkan tegangan threshold menjadi kurang dari 1/3 dari supply voltage. Selama interval waktu ini, output pada pin 3 akan berlogika low (0).

Setelah itu, ketika sinyal input atau trigger pada pin 2 yang berlogika low (0) mulai berubah dan mencapai 1/3 dari Vcc, maka transistor internal (Tr) akan turn-off. Switching transistor yang turn-off ini akan menaikkan tegangan threshod sehingga output IC NE555 ini yang semula berlogika low (0) akan kembali berlogika high (1).

Sebetulnya cara kerja dasar IC NE555 merupakan full kombinasi dan tidak terlepas dari semua komponen internalnya yang terdiri dari 3 buah resistor, 2 buah komparator, 2 buah transistor, 1 buah flip-flop dan 1 buah inverter, yang kesemuanya itu akan di bahas pada kesempatan lain. Sekaligus dengan rangkaian/komponen external yang mendukungnya.

5. IC Digital

Dalam IC digital, suatu titik elektronis yang berupa seutas kabel atau kaki IC, akan mewujudkan salah satu dari dua keadaan logika, yaitu logika '0' (nol, rendah) atau logika '1' (satu, tinggi). Suatu titik elektronis mewakili satu 'binary digit' atau biasa disingkat dengan sebutan 'bit'. Binary berarti sistem bilangan 'dua-an', yakni bilangan yang hanya mengenal dua angka, 0 dan 1. IC digital dibedakan menjadi dua yaitu :

1. IC TTL (Transistor-Transistor Logic)

Pada suatu lingkungan IC TTL logika '0' direpresentasikan dengan tegangan 0 sampai 0,7 Volt arus searah (DC, Direct Current), sedangkan logika '1' diwakili oleh tegangan DC setinggi 3,5 sampai 5 Volt

1.1 Microprocessor

Microprocessor adalah alat pemroses data yang merupakan pengembangan dari teknologi pembuatan Integrated Circuit (IC), Ada beberapa peristilahan yang dipakai untuk menunjukan tingkat kepadatan (density) dari suatu chip IC, yaitu Small Scale Integration (SSImengemas beberapa puluh transistor), Medium Scale Integration (MSI-mengemas sampai beberapa ratus transistor), dan sekarang yang sedang berkembang adalah Very Large Scale Integration (VLSImengemas puluhan ribu sampai jutaan transistor).Ultra-Large Scale Integration (ULSI) meningkatkan jumlah tersebut menjadi jutaan. Kemampuan untuk memasang sedemikian banyak komponen dalam suatu keping yang berukurang setengah keping uang logam mendorong turunnya harga dan ukuran komputer. Hal tersebut juga meningkatkan daya kerja, efisiensi dan keterandalan komputer. Chip Intel 4004 yang dibuat pada tahun 1971 membawa kemajuan pada IC dengan meletakkan seluruh komponen dari sebuah komputer (central processing unit, memori, dan kendali input/output) dalam sebuah chip yang sangat kecil. Sebelumnya, IC dibuat untuk mengerjakan suatu tugas tertentu yang spesifik.Sekarang, sebuah mikroprosesor dapat diproduksi dan kemudian diprogram untuk memenuhi seluruh kebutuhan yang diinginkan. Tidak lama kemudian, setiap perangkat rumah tangga seperti microwave oven, televisi, dan mobil dengan electronic fuel injection dilengkapi dengan mikroprosesor. Contoh tentang teknologi ULSI, misalnya microprocessor jenis 8086 mengandung 40.000 buah transistor, 80286 terdiri dari 150.000 transistor, 80386 memuat 250.000 transistor, 80486 mempunyai 1,2 juta transistor, 80586 (Pentium) 3 juta buah transistor lebih sedangkan Intel Core 2 Duo mempunyai 271 juta transistor dan Intel Quad Core 2 Extreme yang terdiri dari empat inti prosesor. Pengembangan lebih lanjut microprocessor 80 inti. Silahkan hitung sendiri kandungan transistornya dan itu akan berkembang secara terus menerus

1.2 Permasalahan Pada IC TTL

Apabila terjadi permasalahan pada IC jenis TTL maka sebaiknya dilakukan hal-hal sebagai berikut :

IC logika biasanya dikendalikan oleh suatu detak (Clock) dari sumber detak (Oscilator).Periksa bagian-bagian pembangkit detak, misalnya IC NE 555. Untuk memeriksa keluaran detak dari NE 555, periksa pin 3 dari IC NE 555, sudah menghasailkan detak berupa pulsa atau belum.

Periksa jangan sampai ada kaki (pin) yang dalam keadaan mengambang. Kaki masukan yang tidak terhubung kemana-mana akan dianggap berlogika '1' oleh chip IC TTL.

2. IC CMOS (Complementary Metal Oxyde Semiconductor)

Mempunyai salah satu ciri dengan tegangan input lebih fleksibel yaitu antara 3,5 Volt sampai 15 Volt akan tetapi, tegangan input yang melebihi 12 Volt akan memboroskan daya. Ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan pada IC CMOS sebelum dipasangkan kedalam rangkaian. Hal ini perlu dilakukan karena walaupun dari pabrik telah diberi proteksi berupa dioda dan resistor dijalan masuknya namun usaha ini belum menjamin seratus prosen. Tindakantindakan untuk menyelamatkan IC jenis CMOS.

- IC CMOS harus selalu disediakan dengan kaki-kakinya ditanam dalam foil plastik menghantar, bukan pada busa atau polistrin yang dikembangkan atau dalam bahan pembawa dari aluminium. IC CMOS tidak boleh dikeluarkan dari dalam kemasannya sampai ia sudah siap untuk dipasangkan pada rangkaian.
- Berhati-hati untuk tidak menyentuh pin-pin (kaki) IC CMOS sebelum dipasangkan pada rangkaian karena elektrostatik dari tangan manusia dapat merubah dan menambah muatan oksidasi.
- IC CMOS harus merupakan komponen terakhir yang dipasangkan pada papan rangkaian. Jangan dimasukan atau ditanggalkan sementara tegangan catu daya disambungkan.
- Gunakan pemegang atau soket IC yang vsesuai untuk menjaga kestabilan oksidasi dan muatan dalam IC CMOS.

Kalau IC CMOS perlu dipasangkan pada papan rangkaian dengan langsung disolder maka pakailah besi solder yang sangat kecil bocorannya serta solder harus dibumikan. Meskipun IC CMOS tidak memiliki kekebalan sebagaimana IC jenis lainnya. Masa genting dan mengkhawatirkan hanyalah ketika melepas IC CMOS dari busa foil plastik pelindungnya dan ketika memasangkannya ke dalam rangkaian. Setelah kedua pekerjaan itu terlampaui semua akan berjalan biasa-biasa saja.

- Pada papan rangkaian IC CMOS kaki-kaki yang tidak dipergunakan harus tetap diberi kondisi tertentu, seperti '0' atau '1', tetapi tidak boleh dibiarkan tidak terhubung. Apabila dibiarkan tidak terhubung, biasanyaIC CMOS akan cepat rusak.

IC merupakan salah satu komponen elektronik yang mudah rusak karena panas, baik panas pada saat disolder maupun pada saat IC bekerja. Untuk menghindari kerusakan IC karena panas pada saat disolder maka perlu dipasang soket IC, sehingga yang terkena panas kaki soketnya.Sedangkan untuk menghindari kerusakan IC karena panas pada saat IC bekerja, maka pada IC perlu dipasang (ditempelkan) plat pendingin dari aluminium atau tembaga yang biasanya disebut heatsink.

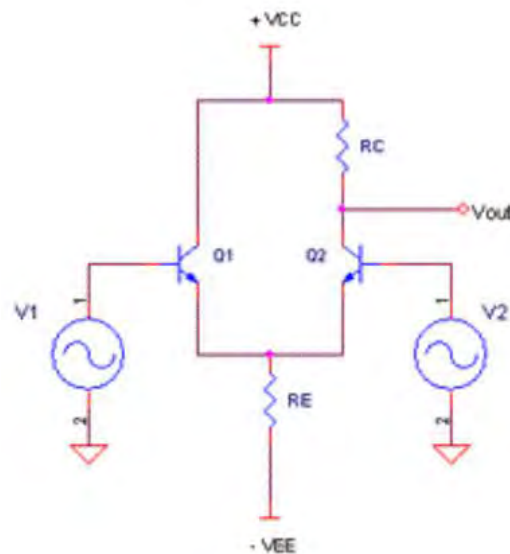
- **Operational Amplifier**

Karakteristik Op-Amp

Dalam mendesain sinyal level meter, histeresis pengatur suhu, osilator, pembangkit sinyal, penguat audio, penguat mic, filter aktif semisal tapis nada bass, mixer, konverter sinyal, integrator, differensiator, komparator dan sederet aplikasi lainnya, selalu pilihan yang mudah adalah dengan membolak-balik data komponen yang bernama op-amp. Komponen elektronika analog dalam kemasan IC (integrated circuits) ini memang adalah komponen serbaguna dan dipakai pada banyak aplikasi hingga sekarang. Hanya dengan menambah beberapa resistor dan potensiometer, dalam sekejap (atau dua kejap) sebuah pre-amp audio kelas B sudah dapat jadi dirangkai di atas sebuah proto-board.

Penguat Diferensial

Op-amp dinamakan juga dengan penguat diferensial (differential amplifier). Sesuai dengan istilah ini, op-amp adalah komponen IC yang memiliki 2 input tegangan dan 1 output tegangan, dimana tegangan output-nya adalah proporsional terhadap

perbedaan tegangan antara kedua inputnya itu. Penguat diferensial seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini merupakan rangkaian dasar dari sebuah op-amp.

Gambar Penguat Diferensial

Pada rangkaian yang demikian, persamaan pada titikVout adalahVout = A(v1-v2) dengan A adalah nilai penguatan dari penguat diferensial ini. Titik inputv1dikatakan sebagai input non-iverting, sebab tegangan voutsatu phase denganv1
Sedangkan sebaliknya titik v2 dikatakan input inverting sebab berlawanan phasa dengan tenganganvout.

Diagram Op-amp

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan(gain), selanjutnya ada rangkaian penggeser level(level shifter) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat push-pull kelas B. Gambar dibawah ini berikut menunjukkan diagram dari op-amp yang terdiri dari beberapa bagian tersebut.

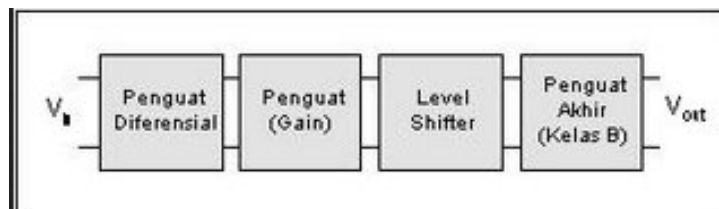



Diagram Blok Op-Amp

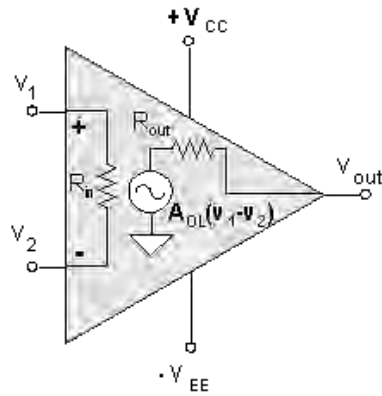



Diagram Schematic Simbol Op-Amp

Simbol op-amp adalah seperti pada gambar schematic simbol Op-Amp dengan 2 input, non-inverting (+) dan input inverting(-).Umumnya op-amp bekerja dengan dual supply(+Vcc dan –Vee) namun banyak juga op-amp dibuat dengan single supply (Vcc – ground). Simbol rangkaian di dalam op-amp pada gambar-2(b) adalah parameter umum dari sebuah op-amp.Rin adalah resitansi input yang nilai idealnya infinit (tak terhingga).Rout adalahresistansi output dan besar resistansi idealnya 0 (nol). Sedangkan AOL adalah nilai penguatan open loop dan nilai idealnya tak terhingga. Saat ini banyak terdapat tipe-tipe op-amp dengan karakterisktik yang spesifik. Op-amp standard type 741 dalam kemasan IC DIP 8 pin sudah dibuat sejak tahun 1960-an.Untuk tipe yang sama, tiap pabrikan mengeluarkan seri IC dengan insial atau nama yang berbeda. Misalnya dikenal MC1741 dari motorola, LM741 buatan National Semiconductor, SN741 dari Texas Instrument dan lain sebagainya. Tergantung dari teknologi pembuatan dan desain IC-nya, karakteristik satu op-amp dapat berbeda dengan op-amp lain. Tabel-1 menunjukkan beberapa parameter op-amp yang penting beserta nilai idealnya dan juga contoh real dari parameter LM714.

Parameter	Symbol	Op-amp Ideal	LM741
Open loop voltage gain	A_{OL}	Infinite	100.000
Unity-gain frequency	f_{unity}	Infinite	1 MHz
Input resistance	R_{in}	Infinite	2 MΩ
Output resistance	R_{out}	0	75 Ω
Input bias current	$I_{in(bias)}$	0	80 nA
Input offset current	$I_{in(off)}$	0	20 nA
Input offset voltage	$V_{in(off)}$	0	2 mV
Slew rate	S_R	Infinite	0.5 V/µs
Common Mode Rejection Ratio	CMMR	Infinite	90 dB

Tabel Parameter Op-Amp

Penguatan Open-Loop

Op-amp idealnya memiliki penguatan open-loop(AOL) yang tak terhingga. Namun pada prakteknya op-amp semisal LM741memiliki penguatan yang terhingga kira-kira 100.000 kali. Sebenarnya dengan penguatan yang sebesar ini, sistem penguatan op-amp menjadi tidak stabil. Input diferensial yang amat kecil saja sudah dapat membuat outputnya menjadisaturasi.Pada bab berikutnya akan dibahas bagaimana umpan balik bisa membuat sistem penguatan op-ampmenjadi stabil.

Unity-Gain Frequency

Op-Amp ideal mestinya bisa bekerja pada frekuensi berapa saja mulai dari sinyal dc sampai frekuensi giga Herzt. Parameter unity-gain frequencymenjadi penting jika op-amp digunakan untuk aplikasi dengan frekuensi tertentu. ParameterAOL biasanya adalah penguatan op-amp pada sinyal DC. Response penguatan op-amp menurun seiring dengan menaiknya frekuenci sinyal input. Op-amp LM741 misalnya memiliki unity-gain frequency sebesar 1MHz. Ini berarti penguatan op-amp akan menjadi 1 kali pada frekuensi 1 MHz. Jika perlu merancangaplikasi pada frekeunsi tinggi, maka pilihlah op-amp yang memiliki unity-gain frequency lebih tinggi.

Op-Amp Ideal

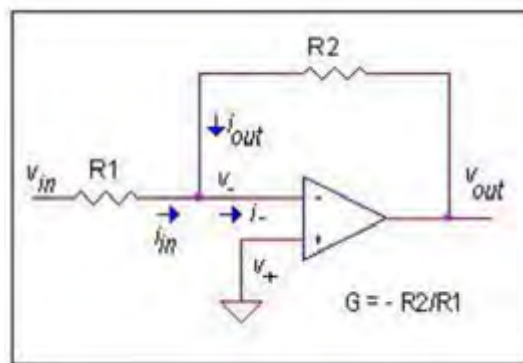
Op-Amp pada dasarnya adalah sebuah differential amplifier (penguat diferensial) yang memiliki dua masukan. Input (masukan) op-amp seperti yang telah dimaklumi ada yang dinamakan input inverting dan non-inverting. Op-amp deal memiliki open loop gain(penguatan loop terbuka) yang tak terhingga besarnya. Seperti misalnya op-amp LM741 yang sering digunakan oleh banyak praktisi elektronika, memiliki karakteristik tipikal open loop gain sebesar 10^4~10^5Penguatan yang sebesar ini membuat op-amp menjadi tidak stabil, dan penguatannya menjadi tidak terukur(infinite). Disinilah peran rangkaian negative feedback (umpanbalik negatif) diperlukan, sehingga op-amp dapat dirangkai menjadi aplikasi dengan nilai penguatanyang terukur(finite). Impedasi input op-amp ideal mestinya adalah tak terhingga, sehingga mestinya arus input pada tiap masukannya adalah 0.Sebagai perbandingan praktis, op-amp LM741 memiliki impedansi input Z_{in} = 10^6Ohm. Nilai impedansi ini masih relatif sangat besar sehingga arus input op-amp LM741 mestinya sangat kecil.Ada dua aturan penting dalam melakukan analisa rangkaian op-amp berdasarkan karakteristik op-amp ideal. Aturan ini dalam beberapa literatur dinamakan golden rule, yaitu :

Aturan 1 : Perbedaan tegangan antara input v_+ dan v_- adalah nol ($v_+ - v_- = 0$ atau $v_+ = v_-$)

Aturan 2 : Arus pada input Op-amp adalah nol ($i_+ = i_- = 0$)

Inilah dua aturan penting op-amp ideal yang digunakan untuk menganalisa rangkaian op-amp.

Inverting Amplifier

Rangkaian dasar penguat inverting seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, dimana sinyal masukannya dibuat melalui input inverting. Seperti tersirat pada namanya, pembaca tentu sudahmenduga bahwa fase keluaran dari penguat inverting ini akan selalu berbalikan dengan inputnya. Pada rangkaian ini, umpanbalik negatif di bangun melalui resistor R2.

Penguat Inverter

Input non-inverting pada rangkaian inidihubungkan ke ground, atauv_+ = 0. Dengan aturan 1 (lihat aturan 1), maka akan dipenuhiv_- =v_+ = 0. Karena nilainya = 0 namun tidak terhubung langsung ke ground, input op-ampv_-pada rangkaian ini dinamakan virtual ground. Dengan fakta ini, dapat dihitung tegangan jepit pada R1 adalahv_{in}–v_- =vin dan tegangan jepit pada reistor R2 adalahv_{out} –v_- =v_{out}Kemudian dengan menggunakan aturan 2, di ketahui bahwa : i_{in} +i_{out} = I = 0, karena menurut aturan2, arus masukan op-amp adalah 0 i_{in} +i_{ou}t =v_{in}/R_1 +v_{out}/R_2 =0 Selanjutnya vout/R2 = -v_{in}/R1 atau v_{out}/v_{in} = -R2/R1

- **Komparator**

Komparator adalah sebuat rangkaian yang dapat membandingkan besar tegangan masukan. Komparator biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian.Vref di hubungkan ke +V supply, kemudian R1 dan R2 digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang di referensikan pada masukan + op-amp adalah sebesar :**V = [R1/(R1+R2)]**

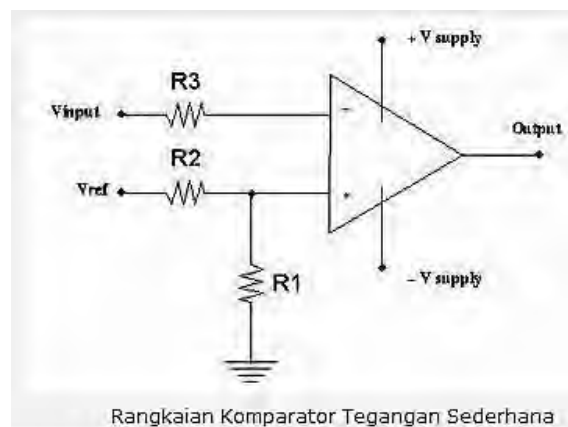
Vsupply Op-amp tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, apabila masukan (-) lebih besar dari masukan (+) maka, keluaran op-amp akan menjadi sama dengan – Vsupply, apabila tegangan masukan (-) lebih kecil dari masukan (+) maka keluaran op-amp akan menjadi sama dengan + Vsupply. Jadi dalam

hal ini jika Vinput lebih besar dari V maka keluarannya akan menjadi – Vsupply, jika sebaliknya, Vinput lebih besar dari V maka keluarannya akan menjadi + Vsupply. Untuk op-amp yang sesuai untuk di pakai pada rangkaian op-amp untuk komparator biasanya menggunakan op-amp dengan tipe LM339 yang banyak di pasaran.

Komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (high dan low). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan (Vreference) dan tegangan masukan (Vinput) serta satu tegangan ouput (Voutput).

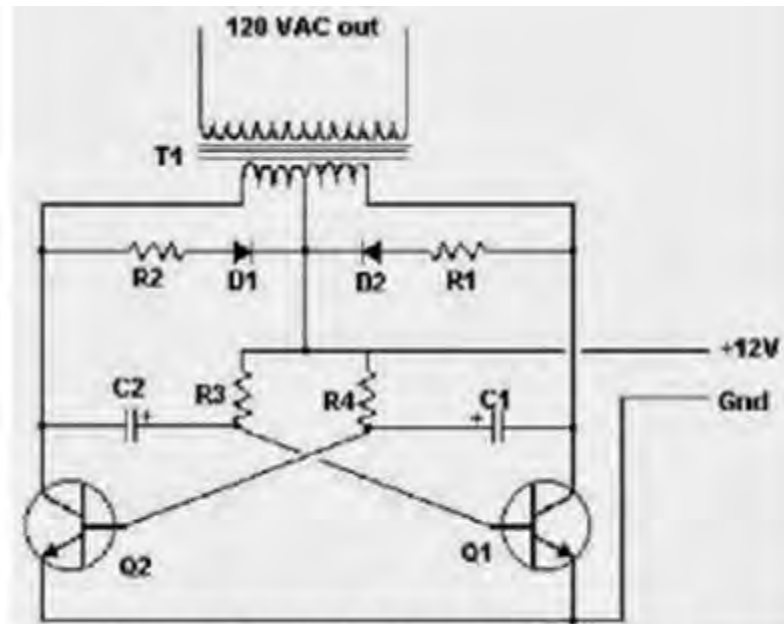
Dalam operasinya opamp akan mempunyai sebuah keluaran konstan yang bernilai"low" saat Vin lebih besar dari Vrefferensi dan "high" saat Vin lebih kecil dari Vrefferensi atau sebaliknya. Nilai low dan high tersebut akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

kerja dari komparator hanya membandingkan Vin dengan Vref-nya maka dengan mengatur Vref, kita sudah mengatur kepekaan sensor terhadap perubahan tingkat intensitas cahaya yang terjadi. Dimana semakin rendah Vref semakin sensitif komparator terhadap perubahan tegangan Vin yang diakibatkan oleh perubahan intensitas cahaya

Rangkaian Komparator Tegangan Sederhana

- **Inverter**

Inverter adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Curent). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangn DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

Power Inverter

Ada dua tipe utama inverter.Output dari inverter sinus dimodifikasi gelombang ini mirip dengan keluaran gelombang persegi kecuali bahwa output pergi ke nol volt untuk sementara waktu sebelum beralih positif atau negatif.Ini adalah biaya sederhana dan rendah (~ $ 0.10USD/Watt) dan kompatibel dengan perangkat elektronik kebanyakan, kecuali untuk peralatan yang sensitif atau khusus, misalnya untuk printer laser tertentu. Sebuah inverter sinus murni gelombang menghasilkan output gelombang sinus nyaris sempurna (<3% distorsi harmonik total) yang pada dasarnya sama sebagai kekuatan jaringan utilitas yang disediakan. Jadi itu adalah kompatibel dengan semua perangkat AC elektronik.Ini adalah tipe yang digunakan di grid-tie inverter.Desain yang lebih kompleks, dan biaya 5 atau 10 kali lebih per satuan daya (~ $ 0.50 sampai $ 1.00USD/Watt). inverter listrik berdaya tinggi osilator elektronik. Hal ini dinamakan demikian karena AC mekanik dini untuk konverter DC dibuat untuk bekerja secara terbalik, dan dengan demikian adalah "terbalik", untuk mengkonversi DC ke AC.

Contoh Rangkaian Inverter Sederhana

Jenis – Jenis Inverter DC Ke AC

Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam :

1. Inverter 1 fasa, yaitu inverter dengan output 1 fasa.
2. Inverter 3 fasa, yaitu inverter dengan output 3 fasa.

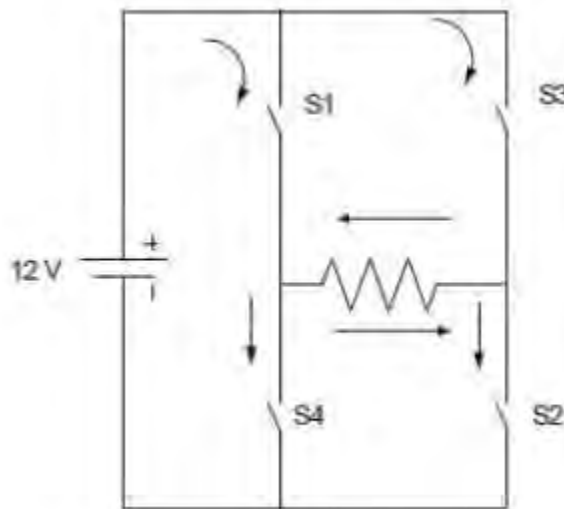
Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangan-nya, yaitu :

1. Voltage Fed Inverter (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan
2. Current Fed Inverter (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan
3. Variable dc linked inverter yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur.

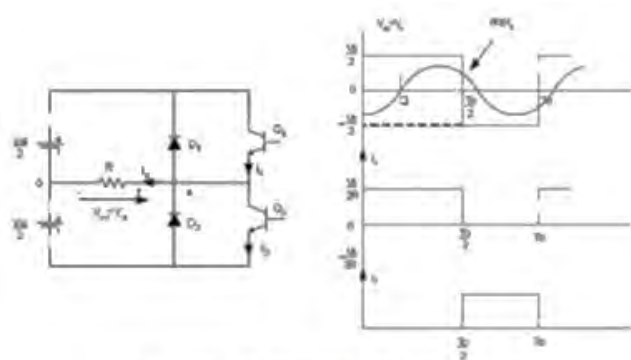
   Berdasarkan bentuk gelombang output-nya inverter dapat dibedakan menjadi :

   1. Sine wave inverter, yaitu inverter yang memiliki tegangan output dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapa memberikan supply tegangan ke beban (Induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik.
   2. Sine wave modified inverter, yaitu inverter dengan tegangan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mensupplay beban induktor atau motor listrik.

3. Square wave inverter,yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mensupply tegangan ke beban induktif atau motor listrik.

Prinsip Kerja Inverter

Prinsip kerja Inverter pada umumnya sama dengan power supply yaitu menyuplai arus DC ke AC dan juga bekerja untuk merubah tegangan dc menjadi arus ac. Anda membutuhkan aki mobil/DC Direct Current agar bisa dirubah menjadi arus listrik AC/Alternating Current. Lama ketahanan sebuah rangkaian inverter di tentukan bukan dari watt tetapi dari aki/battery yang anda gunakan dan beban.

Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 sakelar seperti ditunjukkan pada diatas. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

Inverter Setengah Gelombang

Inverter Setengah Gelombang

Prinsip kerja dari inverter satu fasa dapat dijelaskan dengan gambar diatas.Ketika transistor Q1 yang hidup untuk waktu T0/2, tegangan pada beban V0 sebesar Vs/2. Jika transistor Q2 hanya hidup untuk T0/2, Vs/2 akan melewati beban. Q1 dan Q2 dirancang untuk bekerja saling bergantian.Pada gambar diatas juag menunjukkan bentuk gelombang untuk tegangan keluaran dan arus transistor dengan beban resistif. Inverter jenis ini membutuhkan dua sumber DC (sumber tegangan DC simetris), dan ketika transistor off tegangan balik pada Vs menjadi Vs/2, yaitu :

$$V_o = \frac{V_s}{2}$$

$$V_{eff} = \frac{2V_s}{\sqrt{2}\pi} = 0,45 \cdot V_s$$

Inverter Gelombang Penuh

Rangkaian dasar inverter gelombang penuh dan bentuk gelombang output dengan beban resistif. Ketika transistor Q1 dan Q2 bekerja (ON), tegangan Vs akan mengalir ke beban tetapi Q3 dan Q4 tidak bekerja (OFF). Selanjutnya, transistor Q3 dan Q4 bekerja (ON) sedangkan Q1 dan Q2 tidak bekerja (OFF), maka pada beban akan timbul tegangan –Vs. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih inverter DC ke AC diantaranya adalah:

1. Kapasitas beban yang akan disupply oleh inverter dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar effisiensi kerjanya maksimal.
2. Sumber tegangan input inverter yang akan digunakan, input DC 12 Volt atau 24 Volt.

3. Bentuk gelombang output inverter, Sinewave ataupun square wave untuk tegangan output AC inverter. Hal ini berkaitan dengan kesesuain dan efisiensi inverter DC ke AC tersebut.

Sekarang banyak yang jual inverter dengan fasilitas Auto Shutdown dan Low Baterry Alarm, dimana jenis inverter ini bisa memberikan notifikasi mengenai kondisi baterai yg digunakannya. Harga inverter dipasaran sangat beragam namun tetap terjangkau, berikut perkiraannya:

- Inverter 100 Watt = Rp. 198ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 150 Watt = Rp. 225ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 200 Watt = Rp. 306ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 300 Watt = Rp. 320ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 660 Watt = Rp. 397.900,- (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 700 Watt = Rp. 425ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 1200 Watt = Rp. 663ribu (Daya murni 40 persen, 1 Kilogram)
- Inverter 600 Watt = Rp. 1.095.000,- (Daya murni 50 persen, 3 Kilogram, Auto Charge, Auto UPS)

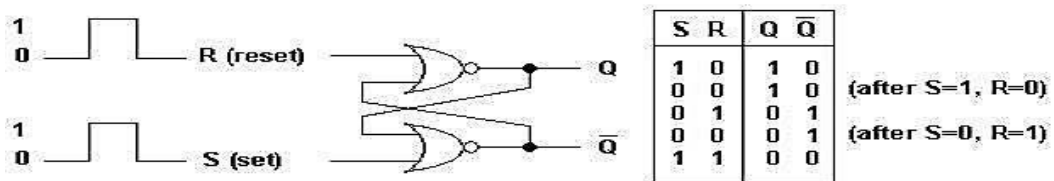
Pengaplikasian Inverter

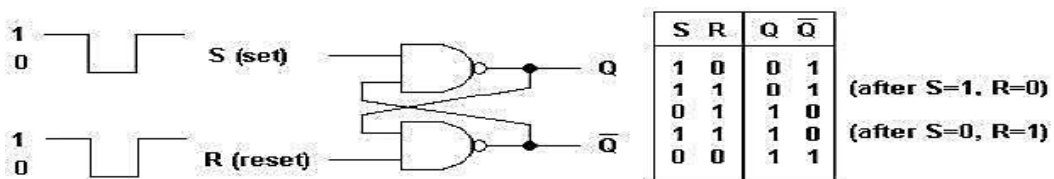
Kegunaan fitur pengubahan frekuensi oleh inverter dapat kita lihat pada AC (Air Conditioner).AC menggunakan kompresor untuk mendinginkan ruangan. Pada AC tanpa inverter, kompresor ini hanya bisa dijalankan dengan kecepatan penuh, atau tidak dijalankan sama sekali. Jika suhu ruangan terlalu tinggi daripada suhu yang ditetapkan, kompresor dijalankan, jika terlalu rendah, kompresor dimatikan.Kecepatan putar kompresor diatur oleh frekuensi arus bolak-balik yang diberi sehingga arus listrik dari jala-jala hanya bisa memutar kompresor dalam satu kecepatan.Dengan pengaturan frekuensi oleh inverter, kecepatan kompresor bisa diatur sehingga tidak perlu dinyala-matikan, tetapi dijalankan terus dengan kecepatan tertentu (tidak harus kecepatan penuh).

Kompresor yang dijalankan secara konstan mengonsumsi energi lebih kecil daripada kompresor yang dinyala-matikan berulang-ulang kali.Hal ini karena pada saat mulai menyala, kompresor membutuhkan daya sesaat yang besar (bisa ditunjukkan dengan lampu rumah yang berkedip ketika anda menyalakan AC).Maka, AC yang menggunakan inverter bisa lebih hemat daripada AC tanpa inverter.Selain untuk AC, inverter juga digunakan untuk aplikasi-aplikasi lainnya.Umumnya digunakan untuk menjalankan alat-alat yang terbuat dari motor elektrik AC (arus bolak-balik), misalkan pompa air.Di dunia industri, istilah inverter biasa mengacu pada alat pengendali motor AC. Sebenarnya alat ini terdiri dari penyearah (mengubah arus AC ke DC) dan inverter (DC ke AC), tetapi biasa satu kesatuannya disebut sebagai inverter.

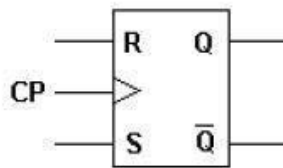
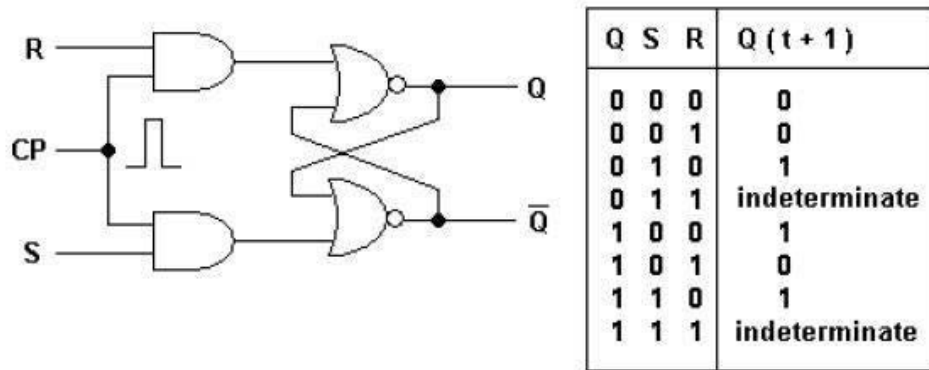
- **FLIP FLOP**

Adalah suatu rangkaian yang dapat menyimpan state biner (sepanjang masih terdapat power pada rangkaian) sampai terjadi perubahan pada sinyal inputnya.rangkaian dasar flip-flopFlip-flop dapat dibuat dari dua buah gerbang NAND atau NOR berikut ini:

S	R	Q	Q̄	
1	0	1	0	
0	0	1	0	(after S=1, R=0)
0	1	0	1	
0	0	0	1	(after S=0, R=1)
1	1	0	0	

Gambar Rangkaian dasar flip-flop dengan gerbang NOR

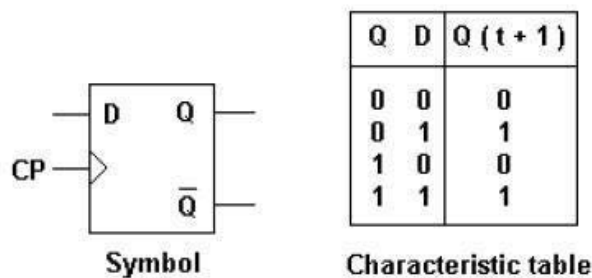
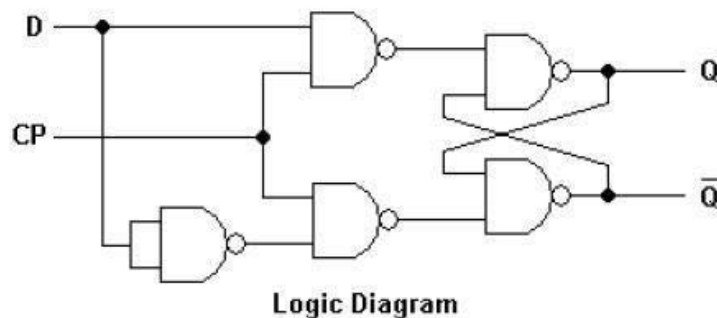
S	R	Q	Q̄	
1	0	0	1	
1	1	0	1	(after S=1, R=0)
0	1	1	0	
1	1	1	0	(after S=0, R=1)
0	0	1	1	

RS FLIP-FLOP DENGAN CLOCK

Dengan menambah beberapa gerbang pada bagian input rangkaian dasar, flip-flop tersebut hanya dapat merespon input selama terdapat clock pulsa. Output dari flip-flop tidak akan berubah selama clock pulsanya 0 meskipun terjadi perubahan pada inputnya. Output flip-flop hanya akan berubah sesuai dengan perubahan inputnya jika clock pulsa bernilai 1.

Q	S	R	Q (t + 1)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	indeterminate
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	indeterminate

D FLIP-FLOP

D flip-flop merupakan modifikasi dari RS flip-flop memakai clock. Input D disalurkan secara langsung ke S.

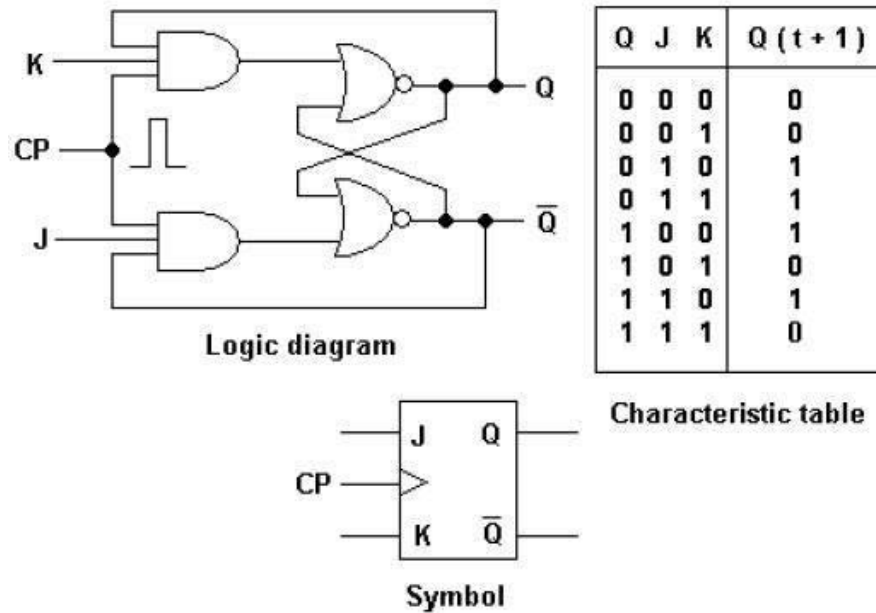
Q	D	Q (t + 1)
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Characteristic table

JK FLIP-FLOP

State-state yang tidak didefinisikan pada RS flip-flop, pada JK flip-flop ini state tersebut didefinisikan. Jika pada RS flip-flop kondisi R dan S sama dengan 1, maka kondisi seperti ini tidak didefinisikan, maka pada JK flip-flop jika kondisi J dan K sama dengan 1 maka output JK flip-flop tersebut adalah komplemen dari output sebelumnya.

Dalam hal ini J setara dengan S dan K setara dengan R. untuk lebih jelasnya kita perhatikan diagram dibawah ini.

Q	J	K	Q (t + 1)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Characteristic table

T FLIP-FLOP

Adalah versi JK flip-flop dengan single input.T flip-flop mempunyai kemampuan yaitu membuat toggle seperti pada tabel dibawah ini.

Q	T	Q (t + 1)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

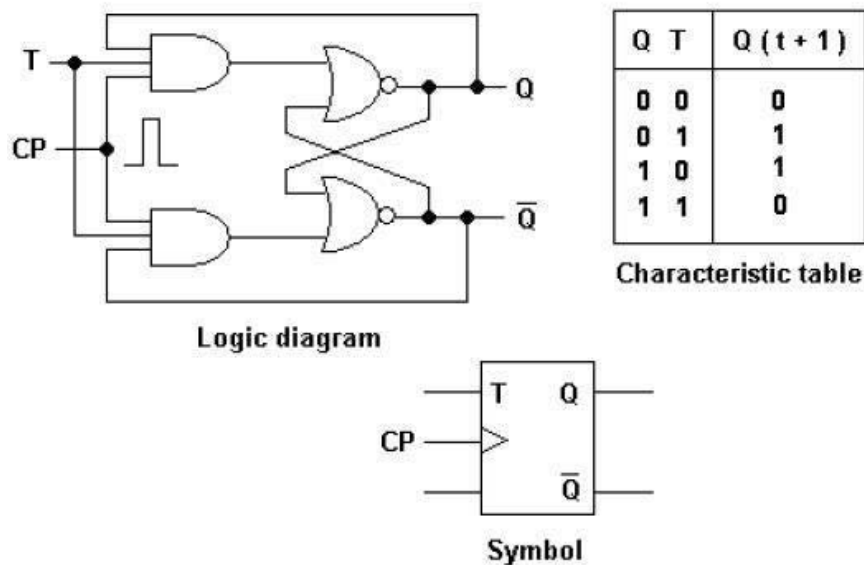
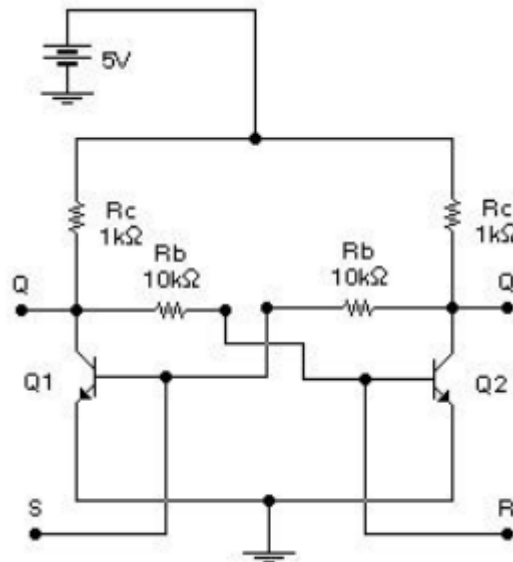
Characteristic table

Rangkaian flip- flop yang dibentuk dari komponen diskrit

Diagram flip -flop yang menggunakan komponen diskrit, yaiturangkaian yang dibentuk dari 2 buah transistor bipolar Q1 dan Q2, dua buah resistor kolektor R C, dan

dua buah resistor base R b seperti pada Gambar. Pada dasarnya rangkaian flip -flop ini terdiri dari dua buah 2penguat inversi yang dihubungkan saling silang, keluaran penguat yangsatu dihubungkan dengan masukan yang lain, dan sebaliknya.

Rangkaian flip-flopdari komponen diskrit

Gambar diatas adalah rangkaian yang terbentuk dari dua transistorbipolar dan empat resistor yang menunjukkan rangkaian saling silang.Dengan memberi sinyal positif pada base (S), transistor Q1 on jenuh, tegangan kolekor Q1 rendah (antara 0,2 sampai 0,4 V), tegangan yang rendah ini, melalui resistor Rb mengikat base transitor Q 2 menjadi keadaan off, mengakibatkan tegangan kolektor Q2 naik mendekatisumber Vcc (tinggi), selanjutnya tegangan ini akan mengancing base Q1 tetap tinggi sehingga keluaran Q1 tetap rendah. Dengan demikian terjadi kestabilan pada keadaan keluaran Q1 rendah, dan keluaran Q2 tinggi. Keadaan ini akan tetap demikian..

- Konverter

Jenis-Jenis Saklar (Switch)

Saklar atau *switch* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. Dalam rangkaian elektronika dan rangkaian listrik saklar berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir dari sumber tegangan menuju beban (output) atau dari sebuah sistem ke sistem lainnya. Berikut ini adalah bebarapa jenis-jenis saklar berdasarkan konstruksi masing-masing saklar.

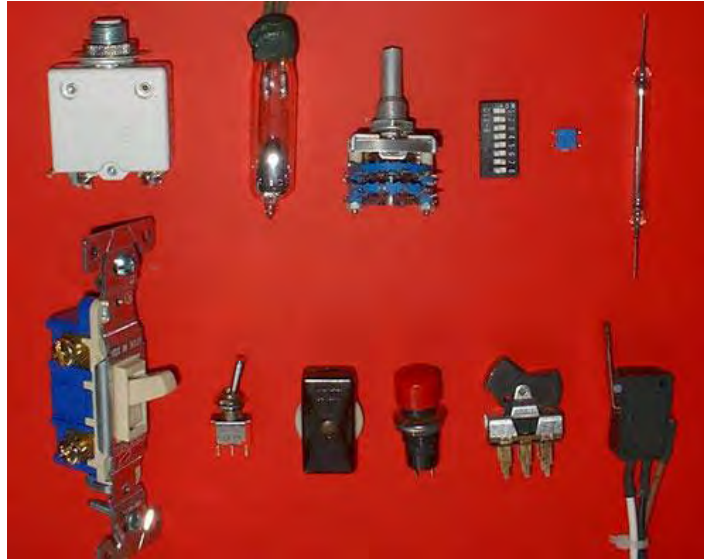
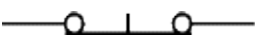
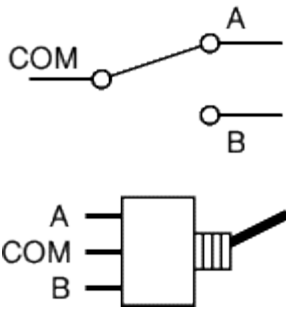
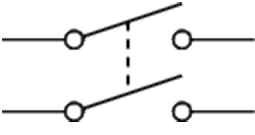



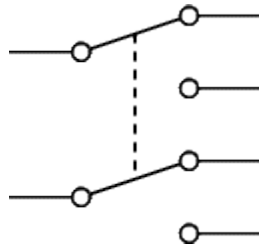
Photo credit: Wikipedia

Atas, dari kiri ke kanan: Circuit Breaker, Mercury Switch, Wafer Switch, DIP Switch, Surface Mount Switch, Reed Switch. Bawah, dari kiri ke kanan : Wall Switch, Miniature Toggle Switch, In-Line Switch, Push-Button Switch, Rocker Switch, Micro Switch.

Jenis, Simbol, dan *Contoh Saklar*

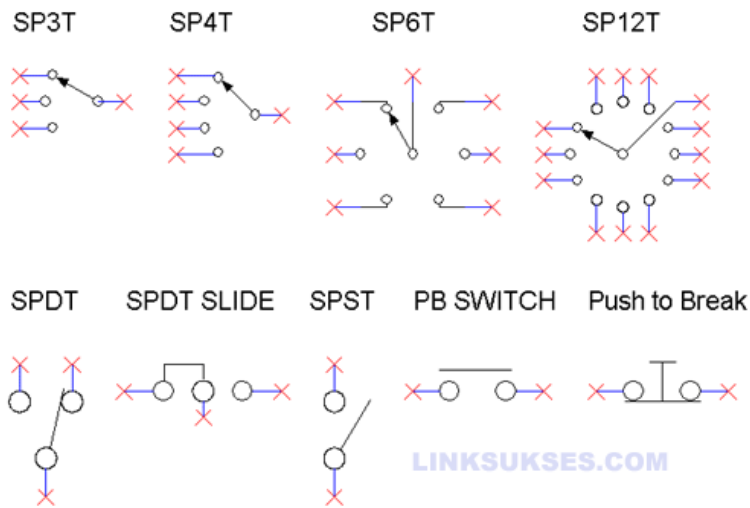
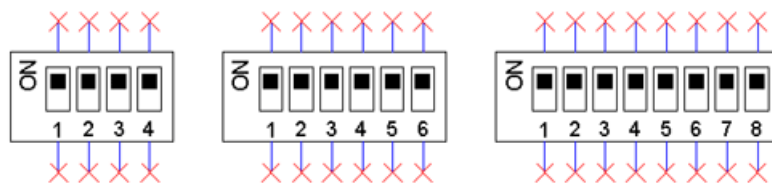
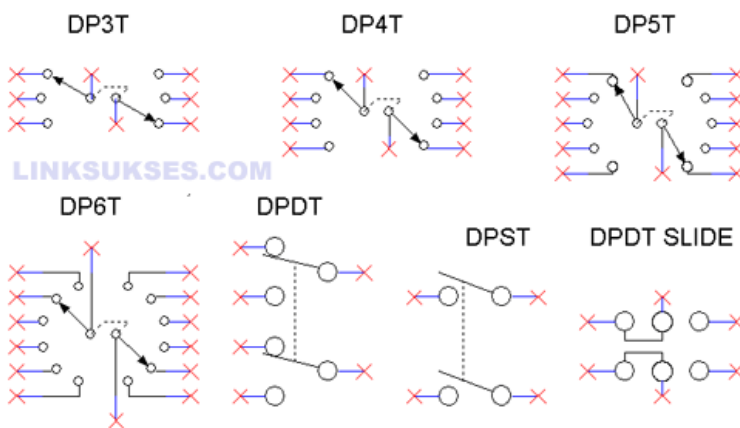
JENIS SAKLAR (SWITCH)	SIMBOL SAKLAR	CONTOH FISIK
SPST Saklar On-Off sederhana		
Saklar Push-On Kedua terminal akan terhubung selama ditekan		

Saklar Push-Off Kedua terminal akan terputus selama ditekan		
Saklar SPDT Terminal sentral (COM) akan terhubung ke salah satu terminal dan akan terputus ke terminal lainnnya dalam satu kondisi.	A COM B A COM B	SPDT toggle switch SPDT slide switch (PCB mounting) SPDT rocker switch
Saklar DPST Dalam kondisi On ("1") dua terminal sentral akan terhubung ke terminal pasangannya dan akan terputus ketika kondisi Off ("0")		

Saklar DPDT Dua terminal sentral akan terhubung ke salah satu terminal pasangannya dan teputus ke terminal pasangannya yang lain dalam satu kondisi.		

Keterangan:

1. On : Posisi Terhubung
2. Off : Posisi Tidak Terhubung
3. Push : Tekan
4. Pole : Jumlah kontaktor
5. Throw : Jumlah Posisi Konduktor (yang terhubung)
6. Open : Terbuka (Posisi Off)
7. Close : Tertutup (Posisi On)
8. Break : Off (Posisi Tidak terhubung)
9. SPST (Single Pole Single Throw)
10. SPDT (Single Pole Double Throw)
11. SPXT (Single Pole X Trow) X=jumlah Throw, misalnya SP6T (Single Pole 16 Throw)
12. DPST (Double Pole Single Throw)
13. DPDT (Double Pole Double Throw)
14. DPXT (Double Pole X Throw) x=jumlah Throw, misalnya DP4T (Double Pole 4 Throw)
15. Push Button Switch
16. Push Break Switch

SP3T SP4T SP6T SP12T

SPDT SPDT SLIDE SPST PB SWITCH Push to Break

Simbol Saklar SPDT, SPST, Push-On, dan Push-Off

Simbol DIP Switch

Simbol Saklar DPDT

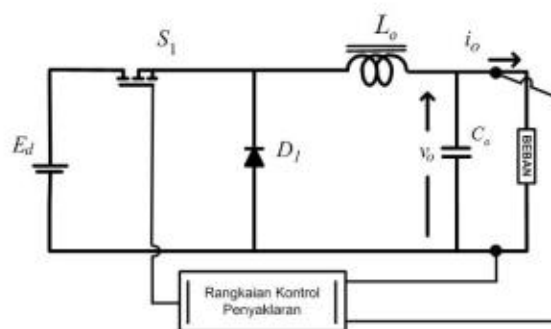
Konverter DC-DC berlaku seperti halnya trafo/*transformer* yang mengubah tegangan AC tertentu ke tegangan AC yang lebih tinggi atau lebih rendah. Tidak ada peningkatan ataupun pengurangan daya masukan selama pengkonversian bentuk

energi listriknya, sehingga secara ideal persamaan dayanya dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{in} = P_{out} + P_{losses}$$

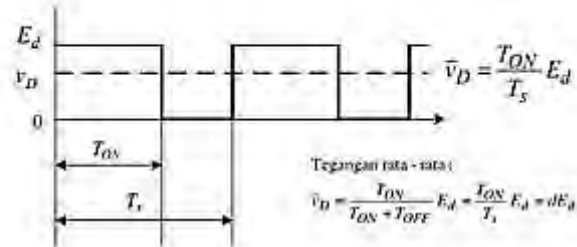
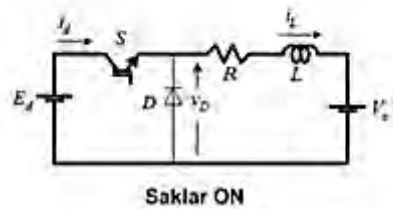
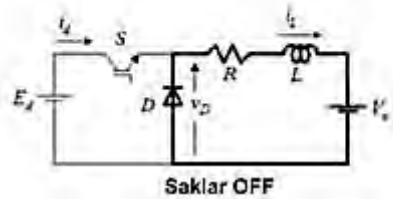
Konverter DC-DC dapat dibagi menjadi 2 kategori besar, yaitu yang terisolasi dan yang tak terisolasi. Kata 'isolasi' disini secara sederhana bermakna adanya penggunaan trafo (isolasi galvanis) antara tegangan masukan dan tegangan keluaran konverter DC-DC. Beberapa sumber menyebutkan bahwa konverter DC-DC yang tak terisolasi dengan istilah *direct converter,* dan konverter yang terisolasi dengan istilah *indirect converter.*

TOPOLOGI PENURUN TEGANGAN (*BUCK CONVERTER*)

Konverter jenis *buck* merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah. Seperti terlihat pada gambar 2, rangkaian ini terdiri terdiri atas satu saklar aktif (MOSFET), satu saklar pasif (diode), kapasitor dan induktor sebagai tapis keluarannya.

Rangkaian Konverter DC-DC Tipe *Buck*

Untuk tegangan kerja yang rendah, saklar pasif (dioda) sering diganti dengan saklar aktif (MOSFET) sehingga susut daya pada saklar bisa dikurangi. Apabila menggunakan 2 saklar aktif, kedua saklar ini akan bekerja secara bergantian, dan hanya ada satu saklar yang menutup setiap saat. Nilai rata-rata tegangan keluaran konverter sebanding dengan rasio antara waktu penutupan saklar (saklar konduksi/ON) terhadap periode penyaklarannya. Biasanya nilai faktor daya ini tidak lebih kecil dari 0.2, karena jika dioperasikan pada rasio tegangan yang lebih tinggi, saklar akan bekerja dibawah keandalannya dan menyebabkan efisiensi konverter turun. Untuk rasio (Vd/Ed) yang

sangat tinggi, biasanya digunakan konverter DC-DC yang terisolasi atau topologi yang dilengkapi dengan trafo.

Tegangan rata-rata *buck converter*

Persamaan tegangan *buck converter*

Analisis riak arus keluaran diperlukan untuk bisa mendesain tapis atau filter keluaran konverter DC-DC. Dari persamaan di bawah ini, terlihat bahwa untuk mendapatkan riak arus keluran konverter *buck* yang kecil, diperlukan tapis induktor (L) yang nilainya akan semakin kecil dengan meningkatkan frekuensi penyaklaran. Riak arus keluaran konverter DC-DC akan bernilai maksimum apabila konverter bekerja pada *duty cycle (d)* = 0,5

Analisis riak arus *buck*

Analisis Riak :

$$i_L = \bar{i}_L + \tilde{i}_L \qquad v_D = \bar{v}_D + \tilde{v}_D \qquad v_o = V_o$$

maka:

$$\bar{v}_D = R\bar{i}_L + V_o \qquad \tilde{v}_D = R\tilde{i}_L + L\frac{d\tilde{i}_L}{dt}$$

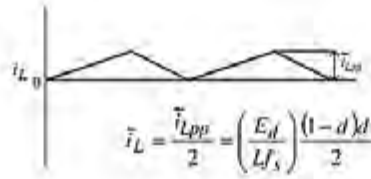
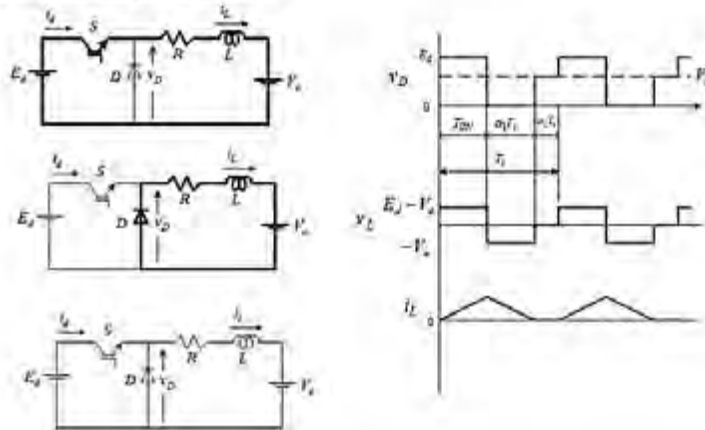
Jika nilai $R\tilde{i}_o$ dianggap kecil maka :

$$\tilde{i}_L = \frac{1}{L}\int \tilde{v}_D dt = \frac{1}{L}\int (v_D - \bar{v}_D) dt$$

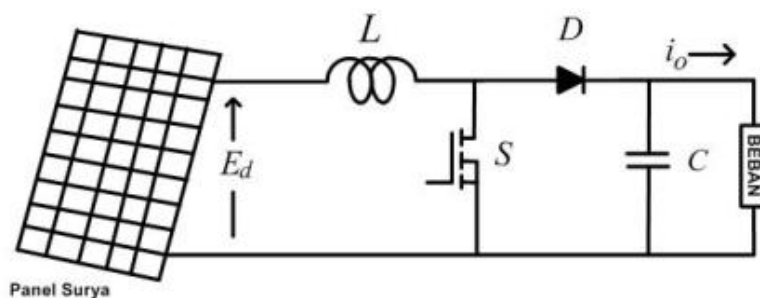
$$\tilde{i}_{L,pp} = \frac{E_d - \bar{v}_D}{L} T_{ON} = \frac{\bar{v}_D}{L} T_{OFF}$$

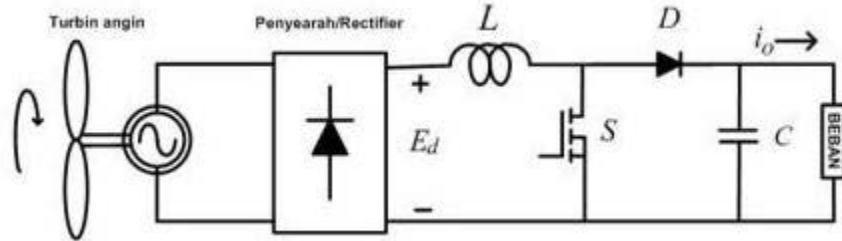
$$= \frac{E_d - dE_d}{L} dT_s = \frac{E_d}{Lf_s}(1-d)d$$

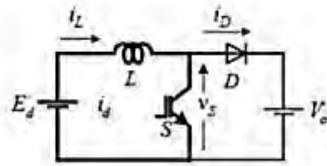
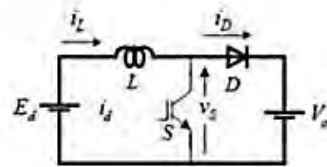
$f_s = 1/T_s$ adalah frekuensi penyaklaran

Gambar dibawah ini adalah kondisi arus yang mengalir di tapis induktor pada saat konverter DC-DC bekerja pada kondisi kritis.Yang dimaksud dengan kondisi kritis disini adalah kondisi dimana arus di induktor mengalir ke beban sampai tepat bernilai nol pada saat saklar OFF, atau induktor bekerja sebagai sumber arus. Dari gambar terlihat bahwa arus yang mengalir di induktor sebanding dengan nilai dari riak arus keluaran. Pada kondisi ini, dari gambar terlihat bahwa nilai riak arus keluran rata-rata sebanding dengan 1/2 riak arus puncak ke puncak yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Topologi Penaik Tegangan (*Boost Converter*)

Konverter *boost* berfungsi untuk menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dibanding tegangan masukannya, atau biasa disebut dengan konverter penaik tegangan. Konverter ini banyak dimanfaatkan untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga surya dan turbin angin.

Skema konverter jenis ini dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4, dimana komponen utamanya terdiri atas MOSFET, dioda, induktor, dan kapasitor. Jika saklar MOSFET pada kondisi tertutup, arus akan mengalir ke induktor sehingga menyebabkan energi yang tersimpan di induktor naik. Saat saklar MOSFET terbuka, arus induktor ini akan mengalir menuju beban melewati dioda sehingga energi yang tersimpan di induktor akan turun. Rasio antara tegangan keluaran dan tegangan masukan konverter sebanding dengan rasio antara **periode penyaklaran** dan **waktu pembukaan saklar**. Keunggulan dari konverter *boost* adalah mampu menghasilkan arus masukan yang kontiniu.

Rangkaian Konverter DC-DC Tipe Boost

Karena arus masukan konverter dapat dijaga kontinu, pada saat konverter ini diserikan dengan penyearah dioda, konverter ini tidak menimbulkan harmonisa pada arus sumber penyearah dioda. Atau dengan kata lain, arus sumber mempunyai bentuk gelombang mendekati sinusoidal dengan faktor daya sama dengan satu.

Rangkaian konverter DC-DC tipe boost + penyearah dioda (faktor daya satu)

Persamaan umum *boost*

Saklar ON

Saklar OFF

Persamaan umum:

$$E_d = v_L - v_D + V_o$$

$$0 \le t < T_{ON} \Rightarrow \quad v_D = V_o \quad v_L = E_d$$

$$T_{ON} \le t < T_s \quad \Rightarrow \quad v_D = 0 \quad v_L = E_d - V_o$$

Nilai rata - rata tegangan di induktor $\bar{v}_L = 0$,

$$\bar{v}_D = \frac{T_{ON}}{T_s} V_o$$

jadi,

$$E_d = -\bar{v}_D + V_o = (1-d)V_o$$

$$V_o = \frac{E_d}{1-d}$$

Persamaan riak arus *boost*

$$L\frac{di_L}{dt} = E_d - v_S$$

$$0 \le t < T_{ON} \quad \Rightarrow \quad v_S = 0$$

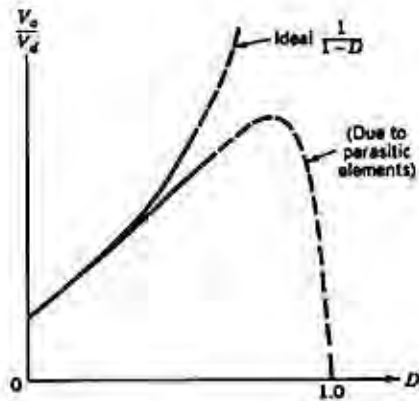
$$T_{ON} \le t < T_s \quad \Rightarrow \quad v_S = V_o$$

$$\overline{v}_S = \frac{T_{OFF}}{T_s} V_o$$

$$\tilde{i}_L = \frac{1}{L}\int (E_d - V_o) dt$$

$$\tilde{i}_{L,pp} = \frac{-(E_d - V_o)}{L} T_{OFF} = \frac{E_d}{L} T_{ON}$$

$$= \frac{E_d}{Lf_s} d$$

Efek Parasitik Komponen

Rangkuman :

Integrated Circuit (IC) adalah suatu komponen elektronik yang dibuat dari bahan semi conductor, dimana IC merupakan gabungan dari beberapa komponen seperti Resistor, Kapasitor, Dioda dan Transistor yang telah terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan(gain), selanjutnya ada rangkaian penggeser level(level shifter) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat push-pull kelas B.

Inverter adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Curent).

Komparator adalah sebuat rangkaian yang dapat membandingkan besar tegangan masukan.Komparator biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian.

Flip – Flop Adalah suatu rangkaian yang dapat menyimpan state biner (sepanjang masih terdapat power pada rangkaian) sampai terjadi perubahan pada sinyal inputnya. rangkaian dasar flip-flop

Konverter DC-DC berlaku seperti halnya trafo/transformer yang mengubah tegangan AC tertentu ke tegangan AC yang lebih tinggi atau lebih rendah.

d. Tugas 3

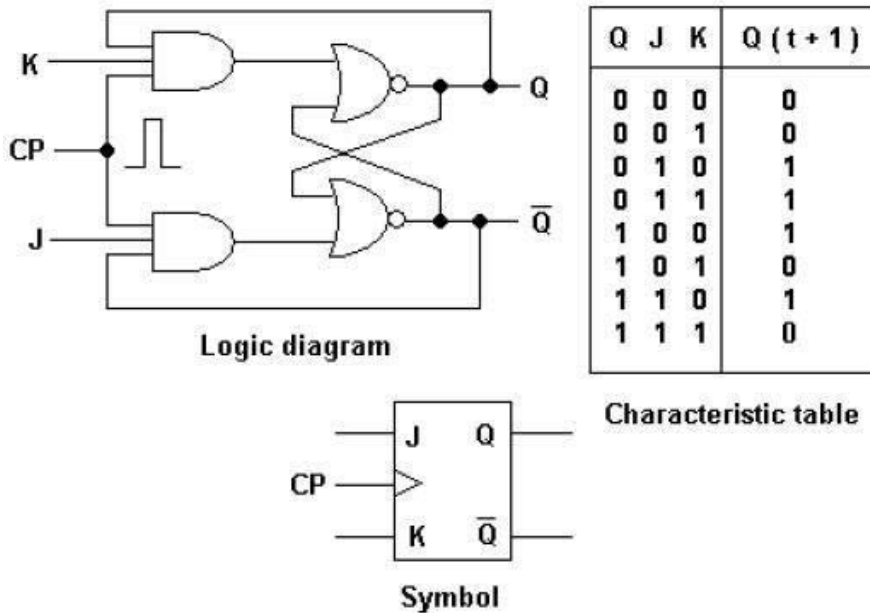
1. Sebutkan Jenis-jenis IC dari segi bentuk dan fungsinya !

2.SebutkanJenis-jenis Flip - Flop

e. Tes Formatif 3

Gambarkan logic diagram, Characteristik dan Symbol dari JK – Flip Flop

f. Kunci Jawaban 3

Q	J	K	Q (t + 1)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

g. Lembar Kerja 3

1. Judul: Merakit Rangakain Flip – flop

2. Alat dan Bahan :

   R1,R4 …. 470 Ohm
   R2,R3 …. 22K
   C1,C2 …. 4,7uF/16 V
   D1,D2 …. LED
   Tr1,Tr2 …. FCS 9014

   Solder …… 1 buah

   Stiper Wire ….. 1 buah

   Pump Solder …… 1 buah

   Multimeter ……….. 1 buah

3. Keselamatan Kerja:

   a. Jangan meletakkan Multimeter (Ohm meter) ditepi meja agar tidak jatuh

   b. Dalam menggunakan Solder hati hati akan penghantar panasnya agr tidak mengenai bagian tubuh

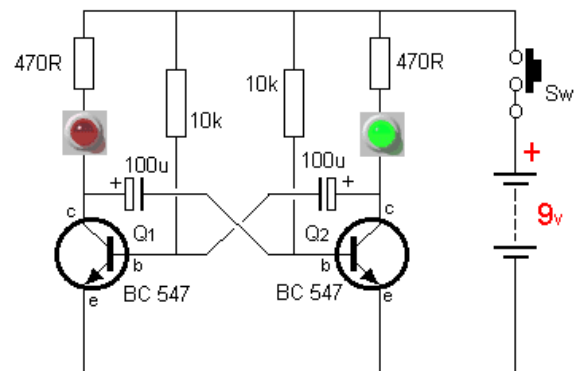
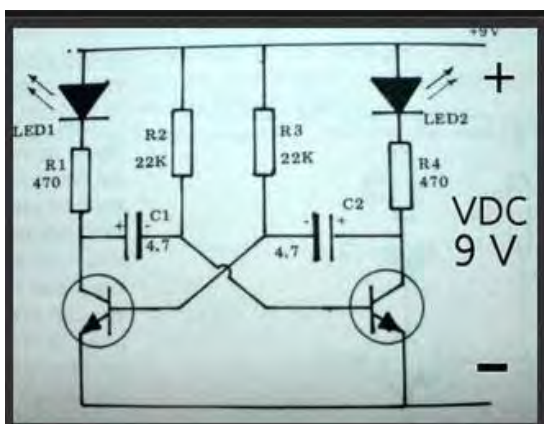
c. Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar

4. Langkah kerja:

a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan

b. Rakit Rangakaian sesuai dengan perintah

c. Setelah selesai lakukan pengetesan dan laporkan kepada guru

d. Buatlah laporan kerja Praktek

Gambar Skema Diagaram Flip – Flop

Prinsip kerja :

LED D1 dan D2 akan menyala dan padam secara bergantian. Kecepatan pergantian nyala-padam kedua LED tersebut ditentukan oleh besarnya kapasitor C1 dan C2. Makin besar nilai kapasitor tersebut akan makin lambat frekuensi pergantian nyala-padam kedua lampu LED. Dengan nilai C1 = C2 maka LED1 dan LED2 akan nyala-padam dengan frekuensi yang sama. Tegangan catu yang diperlukan adalah 9 VDC. Jika menggunakan catu daya 3 Volt (2 buah battery 1,5 Volt), R1 dan R2 bisa dihilangkan dan kaki katoda LED masing-masing langsung disambungkan ke kaki kolektor dari Transistor yang berkaitanKaki-kaki Transistor FCS 9014 bisa dilihat pada gambar di bawah

jangan lupa untuk memeriksa sekali lagi apakah semua komponen sudah terpasang dengan benar sebelum menghubungkannya ke catu daya. Periksa kaki transistor apakah basis emitor dan kolektornya sudah tepat serta LED dan polaritas kapasitornya jangan sampai terbalik. Setelah yakin semuanya sudah benar, bisa dicoba dihubungkan dengan catu daya atau battery.

4. Pembelajaran Keempat

A. Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari kegiatan belajar keempat , diharapkan peserta didik dapat:

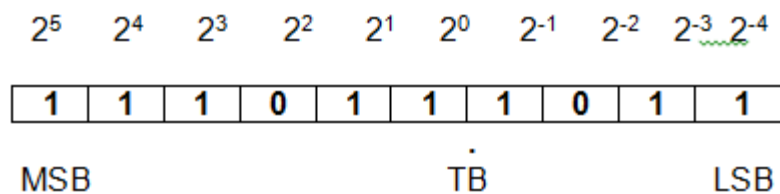
1. Memahami Sistem BIlangan Biner
2. Memahami Sistem BIlangan Oktal
3. Memahami Sistem BIlangan Heksadesimal

B. Uraian Materi

- **Sistem Bilangan**

Untuk memahami cara kerja sistem digital, kita membutuhkan konsep mengenai sistem bilangan dan sistem pengkodean (coding systems) karena adanya perbedaan antara sistem bilangan desimal yang umum digunakan manusia dengan sistem bilangan yang dikenali sistem digital yaitu sistem bilangan biner. Bilangan biner yang direpresentasikan dalam logika 0 dan 1 itulah yang dikenal rangkaian digital.Rangkaian digital mempunyai peranan yang sangat penting untuk menciptakan sebuah komputer dan tentunya hampir semua rangkaian dalam komputer ialah rangkaian digital.

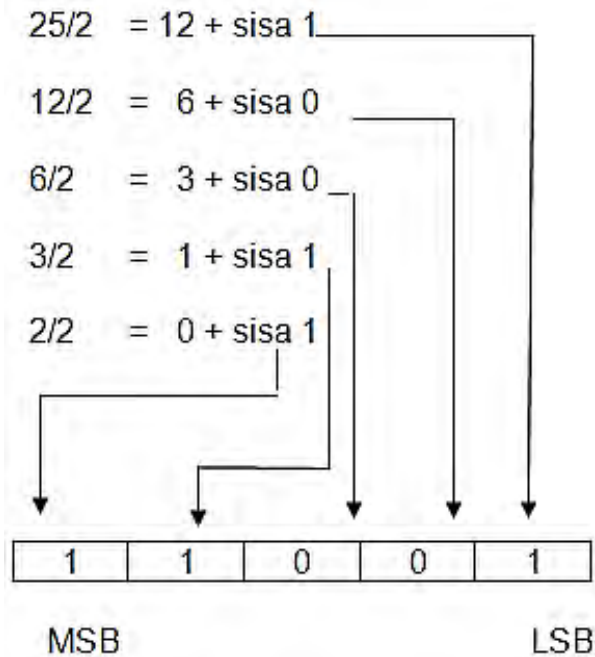
Bilangan Biner

Sistem bilangan desimal kurang serasi digunakan pada sistem digital karena sulit untuk mendesain rangkaian elektronik sedemikian rupa sehingga dapat bekerja dengan 10 level tegangan yang berbeda (0 – 9).Sebaliknya akan lebih mudah mendesain rangkaian elektronik yang beroperasi dengan hanya menggunakan 2 level tegangan saja. Untuk alasan ini hampir semua sistem digital menggunakan sistem bilangan biner (dasar 2) sebagai dasar operasinya. Pada sistem biner hanya digunakan dua simbol / nilai digit yang mungkin yakni : 0 dan 1. Semua ketentuan – ketentuan yang berlaku pada sistem cesimal juga berlaku pada sistem biner.Perhatikan ilustrasi bilangan biner : 1011,101

Setiap digit biner dinamakan BIT, sedang BIT paling kiri dinamakan Most Significant Bit (MSB) dan BIT paling kanan dinamakan Least significant Bit (LSB).Untuk membedakan bilangan pada sistem yang berbeda cara penulisannya menggunakan subskrib. Sebagai contoh bilangan $(9)_{10}$ menyatakan desimal sedang $(1001)_2$ menyatakan bilangan biner.

Konversi Desimal ke Biner

Konversi desimal ke biner dapat dilakukan dengan beberapa cara namun yang paling mudah menggunakan metoda trial and error. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut-turut dibagi 2 dengan memperhatikan sisa pembagiannya. Sisa pembagian akan brnilai 1 atau 0 yang akan membentuk bilangan biner dengan sisa yang terakhir merupakan MSB.

Contoh : konversikan bilangan decimal 25

Caranya ditempuh jalan sbb:

Penjumlahan Biner

Ikuti tabel berikut :

+	0	1
0	0	1
1	1	10

Contoh :

$(1011)_2 + (1011)_2 = (\text{--------------})_2$

Untuk memudahkan hitungan dibuat bersusun :

```
 1 0 0 1
 1 0 1 1
 ---------  +
  1 0 1 0 0   ( hasil )
```

Perkalian Biner

Perhatikan tabel berikut :

X	0	1
0	0	0
1	0	1

Contoh :

(101)2 x (11)2 = (----------)2

```
   1 0 1
     1 1
 ----------- x
   1 0 1
 1 0 1
 ----------- +
 1 1 1 1
```

Pembagian Biner

Pembagian biner berlangsung sama dengan proses pembagian bilangan desimal bahkan lebih sederhana karena hanya menerapkan digit:**0** dan **1**.

Contoh : (1101)2 : (11)2 = (---------)2

Penyelesaiannya ditempuh jalan :

```
              11
Pembagi →  | 111101
              11
            -------
               11
               11
            -------
              00 ( habis dibagi )
```

Konversi Biner ke Desimal

Ikuti langkah-langkah berikut ini :

1. Tuliskan bilangan biner dengan lengkap
2. Tulis deret bilangan : 1,2,4,8,16,32,64, …..dst, di bawah bilangan biner dimulai dari bit paling kanan (LSB)
3. Coret semua bilangan desimal yang bertepatan dengan digit biner 0.
4. Jumlahkan seluruh bilangan desimal yang masih tersisa .

Contoh : (101101)2 = (---------------)10

```
1     0     1     1     0     1
32    16    8     4     2     1
32    +     8  +  4  +        1 = 45
```

Dapat pula dengan cara :

$101101 = 1.2^5 + 0.2^4 + 1.2^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 1.2^0$

$= 32 + 8 + 4 + 1$

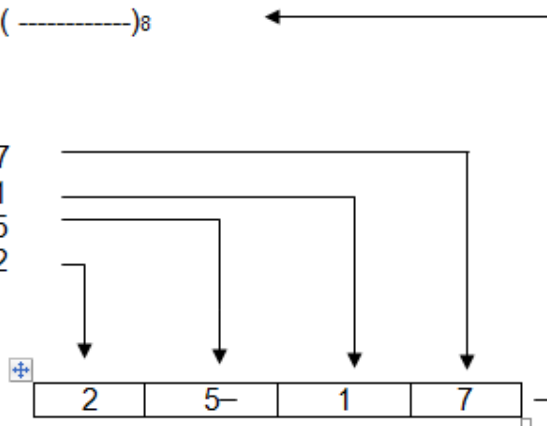
$= 45$

Bilangan Octal

Dalam sistem digital selain bilangan biner juga digunakan sistem bilangan octal, namun sistem ini tidak dipakai dalam perhitungan melainkan untuk memendekkan bilangan biner saja.Bilangan octal dikenal dengan sistem bilangan dasar delapan. Berikut diberikan tabel yang memuat perbandingan antara bilangan: Desimal,Biner dan Octal

DESIMAL	BINER	OCTAL
0	0 0 0 0	0
1	0 0 0 1	1
2	0 0 1 0	2
3	0 0 1 1	3
4	0 1 0 0	4
5	0 1 0 1	5
6	0 1 1 0	6
7	0 1 1 1	7
8	1 0 0 0	10
9	1 0 0 1	11

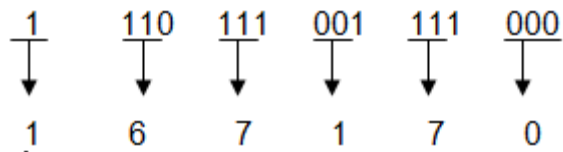
Konversi Desimal ke Octal

Konversi dilakukan dengan membagi delapan bilangan desimal hingga bilangan desimal habis dibagi dan sisanya dituliskan disebelah kanannya (seperti konversi desimal ke biner).

Konversi Biner ke Octal

Proses perubahannya dilakukan dengan mengelompokkan bilangan – bilangan biner menjadi beberapa group , dimana setiap group terdiri dari 3 bit biner dan dimulai dari LSB. Langkah berikutnya mengkonversi setiap kelompok kedalam bentuk octal.

Contoh : $(1110111001111000)_2 = (\text{-----------})_8$

1 110 111 001 111 000

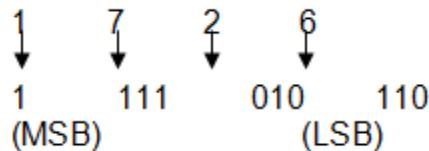
1 6 7 1 7 0

Konversi Octal ke Biner

Prosesnya merupakan kebalikan dari perubahan biner ke octal.

Contoh : $(1726)_8 = (\text{------------})_2$

1 7 2 6

1 111 010 110

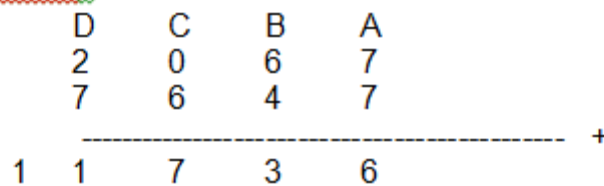
(MSB) (LSB)

Penjumlahan dan Pengurangan Octal

Guna memudahkan dalam pelaksanaan penjumlahan maupun pengurangan bilangan octal maka dibuatkan tabel seperti berikut

+ /-	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	10
2	2	3	4	5	6	7	10	11
3	3	4	5	6	7	10	11	12
4	4	5	6	7	10	11	12	13
5	5	6	7	10	11	12	13	14
6	6	7	10	11	12	13	14	15
7	7	10	11	12	13	14	15	16

Contoh : $(2067)_8 + (7647)_8$

Penyelesaian :

	D	C	B	A
	2	0	6	7
	7	6	4	7
	-----	-----	-----	----- +
1	1	7	3	6

Penjelasan :

- kolom A : $7 + 7 = (14)_{10} = (16)_8$
- kolom B : $6 + 4 + 1 = (11)_{10} = (13)_8$
- kolom C : $0 + 6 + 1 = (7)_8$
- kolom D : $2 + 7 + 0 = (9)_{10} = (11)_8$

Jadi hasilnya adalah : $(11736)_8$

Perkalian dan Pembagian octal

Proses perkalian octal dapat ditempuh dengan 2 cara :

1. Merubah dahulu octal ke desimal, kemudian dilakukan perkalian biasadan hasilnya dikonversi ke octal.
2. Bentuk langsung dengan menggunakan tabel .

X /:	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	2	4	6	10	12	14	16
3	0	3	6	11	14	17	22	25
4	0	4	10	14	20	24	30	34
5	0	5	12	17	24	31	36	43
6	0	6	14	22	30	36	44	52
7	0	7	16	25	34	43	52	61

Contoh : $(24)_8 \times (56)_8$

Penyelesaian :

```
      24
      56
--------------------  x
      170
      144
--------------------  +
     1630
```

Penjelasan :

- $4 \times 6 = (24)_{10} = (30)_8$
- $2 \times 6 = (12)_{10} = (12)_8 + (3)_8$
- $5 \times 4 = (20)_{10} = (24)_8$
- $5 \times 2 = (10)_{10} = (12)_8$
- tambahkan sisa $(2)_8$ menghasilkan $(14)_8$
- jumlahkan masing – masing :

  $0 + 0 = 0$

  $7 + 4 = (11)_{10} = (13)_8$

$1 + 1 + 4 = (6)_8$
$0 + 1 = (1)_8$

Pembagian octal

Seperti pada perkalian , pembagian octal juga dapat ditempuh dengan 2 cara :

1. Pembagi dan yang dibagi diubah dulu kedalam bentuk desimal kemudian hasilnya dikonversi ke octal.
2. Menggunakan aritmatik octal langsung.

   Contoh : $(1637)_8 : (34)_8$

   Penyelesaian :

```
         41      ( hasil )
34   |  1637
     |  160
        ------- -
          37
          34
        -------- -
            3        ( sisa )
```

HEXA DESIMAL

Sistem bilangan ini dikenal dengan basis enam belas . Seperti halnya octal, hexa juga dipergunakan untuk memendekkan persamaan-persamaan bilangan biner.Berikut tabel komparasi antara Biner , Octal dan Hexa.

Biner	Hexa	Octal	Desimal
0 0 0 0	0	0	0
0 0 0 1	1	1	1
0 0 1 0	2	2	2
0 0 1 1	3	3	3
0 1 0 0	4	4	4
0 1 0 1	5	5	5
0 1 1 0	6	6	6
0 1 1 1	7	7	7
1 0 0 0	8	10	8
1 0 0 1	9	11	9
1 0 1 0	A	12	10
1 0 1 1	B	13	11
1 1 0 0	C	14	12
1 1 0 1	D	15	13

1 1 1 0	E	16	14
1 1 1 1	F	17	15
1 0 0 0 0	10	20	16

Sistem operasi hexa desimal sama seperti sistem bilangan yang lain.

Konversi Hexa ke Desimal

Konversi Hexa ke Desimal berlangsung sama seperti bilangan yang lainnya,melainkan menggunakan bilangan dasar 16.

Contoh: Ubah $(2C9)_{16}$ ke Desimal

Penyelasaian :

$(2C9)_{16}$ $= 2 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 9 \times 16^0$

$= 512 + 192 + 9$

$= (713)_{10}$

Konversi Desimal ke Hexa

Bilangan decimal dapat diubah kedalam bentuk Hexa menggunakan pembagian dengan factor pembagi 16. Hasilnya berupa sisa yang diterjahkan kedalam bentuk hexa yang dibaca dari bawah ke atas

Contoh : Ubah $(423)_{10}$ ke Hexa

Penyelesaian :

423/16 = 26 + sisa 7 7

26/16 = 1 + sisa 10 A

1/16 = 0 + siasa 1 1

Jadi hasilnya adalah : $(1A7)_{16}$

Konversi Hexa ke Octal

Contoh 1 : Ubah$(7FE)_{16}$ ke Octal

Bilangan asli = 7 F E

Ubah ke biner = 0111 1111 1110

Regruping = 011 111 111 110

Octal = 3 7 7 6

Jadi hasilnya : $(7FE)_{16}$ = (3776)

:

Rangkuman :

1) Bilangan desimal adalah sistem bilangan yang berbasis 10dan mempunyai sembilan simbol bilangan yang berbeda:0,1,2,3,4...,9.
2) Bilangan biner adalah sistem bilangan yang berbasis 2 dan mempunyai 2 simbol bilangan yang berbeda: 0 dan 1
3) Bilangan octal adalah sistem bilangan yang berbasis 8 danmempunyai 8 simbol bilangan yang berbeda: 0,1,2,3,...,7
4) Bilangan hexa desimal adalah sistem bilangan yang berbasis 16 dan mempunyai simbol bilangan yang berbeda:0,1,2,3,...9,a,b,c,d,e,f.
5) Setiap digit biner disebut bit; bit paling kanan disebut leastsignificant bit (lsb), dan bit paling kiri disebut mostsignificant bit (msb).

d. Tugas 4

1.Ubah bilangan desimal menjadi biner

a).17 b). 42 c).75 d).31,84 e). 56,35

2.Ubah bilangan biner menjadi desimal

a). 1 1 0 b). 1 1 1 0 c). 1 0 1 0

d). 1 1 1,0 1 1 e). 1 0 1 1, 1 0 1

e. Tes Formatif 4

1. Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan desimal.

   (a) 110 (b) 10101 (c) 101101

2. Ubah bilangan desimal berikut ini menjadi bilangan biner.

   (a) 5 (b) 17 (c) 42 (d) 31

3. Ubah bilangan oktal berikut ini menjadi bilangan biner

   (a) 27_8 (b) 210_8 (c) 55_8

4. Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan oktal

   (a) 010 (b) 110011

5. Kurangilah 1111_2dengan 0101_2 !

6. Bagilah 110011_2dengan 1001_2 !

7. Kalikanlah 1110_2dengan 1101_2!

f. Kunci Jawaban 4

1. Hasil pengubahan bilangan biner menjadi bilangan decimal yaitu:

   a. 6b. 14c. 45

2. Hasil pengubahan bilangan desimal menjadi bilangan bineryaitu:

a. 101b. 10001c. 101010d. 11111

3. Hasil pengubahan bilangan oktal menjadi bilangan bineryaitu:

a. 11011b. 110100010c. 110111

4. Hasil pengubahan bilangan biner menjadi bilangan octal yaitu:

a. 2b. 51

5. Hasil pengurangannya adalah1010_2

6. Hasil Pembagiannya adalah101_2 sisa 110_2

7) Hasil perkaliannya10110110_2 atau 182_{10}

g. Lembar Kerja 4

Khusus di materi bahan ajar Sistem Bilangan digital tidak ada kegiatan Praktek

BAB III

EVALUASI

A. Attitudeskill

No.	Nama	Aspek Penilaian					Total nilai
		Penggalian informasi dari media	Kesesuaian materi	Menghargai pendapat orang lain	Bekerja sama dg orang lain	mengendali kan diri	
1							
2							

Kriteria penskoran:

Angka 3 : baik – aktif/logis rasional

Angka 2 : cukup

Angka 1 : kurang

Skor : $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}}$ x nilai maksimal = 100

Contoh : $\frac{3 + 2 + 3 + 3 + 2}{15} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 87$

B. Kognitif skill

Pilihan Ganda

Jawab pertanyaan di bawah ini dengan benar

1. Transistor berasal dari perkataan Tranfer dan Resistor yang artinya adalah:
   a. Perpindahan Perlawanan.
   b. Penguat perlawanan.
   c. Penjangkit perlawanan.
   d. Pemodulasian perlawanan.
   e. Pengaliran perlawanan.

2. Transistor dapat di gunakan untuk berbagai keperluan, kecuali:
   a. Saklar elektronik.
   b. Pemodulasian.
   c. Penguatan.
   d. Penyearah.
   e. Penjangkit.

3. Syarat penguatan yang baik apabila:
   a. Bentuk sinyal output harus sama dengan sinyal input.
   b. Bentuk sinyal input harus sama dengan sinyal output.
   c. Bentuk sinyal input harus lebih kecil dari sinyal output.
   d. Bentuk sinyal input harus lebih besar dari sinyal output.
   e. Bentuk sinyal keduanya tidak boleh sama.

4. Apabila transistor digunakan sebagai saklar maka harus di stel dengan
Cara :

   a. Transistor di buat menghantar dengan jenuh (satu rasi).
   b. Frekwensi di buat menyumbat.
   c. Arus positif mengalir kedalam dan arus negatif Keluar.
   d. Daya arus rata dicatukan pada penguat.
   e. Daya bolakbalik dikeluarkan pada saklar.

5. Daya guna sebuah penguatan adalah perbandingan :
   a. Arus yang masuk dan tegangan.
   b. Daya yang masuk dan keluaran.
   c. Hambatan yang masuk dan keluar.
   d. Tegangan yang masuk dan keluaran.
   e. Daya keluaran dan masukan.

6. Penguatan tegangan adalah perbadingan dari:
   a. Tegangan sinyal masukan dan sinyal keluaran.
   b. Tegangan sinyal keluaran dan sinyal masukan.
   c. Tegangan sinyal sama dengan sinyal masukan.

d. Tegangan sinyal masukan lebih kecil dari sinyal keluaran.
e. Tegangan sinyal masukan lebih besar dari sinyal keluaran.

7. Yang dimaksud dengan umpan balik adalah:
   a. Perubahan yang besar dalam penampilan.
   b. Pengembalian sebagian sinyal output ke input.
   c. Pengaturan penguatan sesuai dengan fungsinya.
   d. Penguatan sinyal output ke input.
   e. Penguatan perbaikan sinyal.

8. Tujuan utama umpan balik kecuali:
   a. Menstabilkan penguatan.
   b. Memperbaiki impedasi input dengan output.
   c. Menghasilkan perubahan penampilan system.
   d. Mengurangi distorsi.
   e. Menambah lebar pita.

9. Hubungan umpan balik (feed back) menurut pemasanganya………
   a. Seri Paralel c. Paralel paralel e. Semua benar

   b. seri seri d. Paralel seri

10. Sinyal input dimasukan antara Emitor dan Basis, output diambil antara Colektor dan basis, basis di gunakan bersama oleh sinyal input dan output biasa di sebut dengan:
    a. Emitor Bersama.
    b. Colektor Bersama.
    c. Basis Bersama.
    d. Emitor, Colektor Bersama.
    e. Basis, Emitor Bersama.

11. Kondensator, Resistor, Transformator termasuk komponen …
    a. Positif b. Negatif c. Aktip d. Pasif e. Non Golongan

12. Dioda, Transistor, Integrated Circuit termasuk komponen…
    a. Positip b. Negatif c. Aktif d. Pasif e. Non Golongan

13. Komponen IC pada umumnya di gunakan sebagai….
    a. Saklar b. Penguat c. Catu daya d. Amplifier e. Beban.

14. Komponen IC sangat peka terhadap Keadaan…
    a. Dingin b. Panas c. Guncangan d. Solderan e. Retak

15. Setiap komponen elektronika di bentuk dari bahan…
    a. Konduktor b. Isolator c. Semi konduktor d. Motor e. Generator

16. Penyajian Informasi atau data-data merupakan susunan angka atau huruf yang di Sajikan dalam bentuk Digital adalah merupakan rangkaian….
    a. Logika b. Sederhana c. Rumit d. Seri d. Paralel

17. Dalam system analog nilai atau besaran listrik diwujudkan dalam bentuk…
    a. Keluaran b. Masukan c. Kualitas d. Kuantitas e. Kontinyu

18. Didalam DIGITAL hanya mengenal "YA" dan " TIDAK" untuk mendefinisikan hal tersebut dinyatakan dalam bilangan biner yaitu…
    a. 1 dan 2 b. 1 dan 0 c. 2 dan 0 d. 0 dan 0 e. Tidak ada yang benar

19. Transistor biasa digunakan sebagai saklar elektronik, tujuanya agar…
    a. Awet pemakaiannya c. Tidak cepat aus e. kecil bentuknya

    b. Murah harganya d. Lebih ringan

20. Untuk menguatkan sinyal yang lebih besar di gunakan komponen…
    a. Kondensator b. Transformator c. Potensimeter d. Resistor e. Transistor

21. Syarat-syarat Penguatan adalah …..
    a.Sinyal masukan sama dengan sinyal keluaran
    b. Sinyak masukan lebih besar dari dari sinyal keluaran
    c. Sinyal masukan lebih kecil dari sinyal keluaran
    d. Sinyal masukan sama-sama nol dengan sinyal keluaran
    e. Sinyal masukan sama sekali bukan sinyal keluaran

22. Apabila Transsistor di gunakan sebagai saklar maka harus di buat..
    a. Transistor di buat saturasi
    b. Transitor tidak menyumbat
    c. Transistor membuka
    d. Transistor menutup
    e. Transistor Flexsibel

23. Feed back adalah…
    a. Pengembalian sinyal output
    b. Pengembalian sinyal input
    c. Pengembalian sinyal input dan output
    d. Pengembalian sinyal ouput ke input
    e. Pengembalian sinyal input ke output

24. Tujuan Umpan Balik adalah….
    a. Mengatur Penguatan
    b. Menstabilkan Penguatan
    c. Mengurangi distorsi
    d. Menambah lebar pita
    e. Betul semua

25. Pemodulasian adalah Proses dimana antara…
    a. Arus, Tegangan dan Frekuensi di campur menjadi Satu
    b.Arus, Tegangan dan Frekwensi dipisahkan

c. Arus, Tengangan dan frekuensi tidak terpengaruh
d. Arus, Tegangan dan Frekuensi Tidak ada perubahan
e. Arus, Tegangan dan Fekuensi sama besar

26. Konversi Bilangan Biner $(I00I)_2$di ubah ke Bilangan Desimal….
a. $(10)_{10}$ b. $(11)_{10}$ c.$(00)_{10}$ d. $(9)_{10}$ e. (01)

27. Konversi Bilangan $(21)_{10}$ diubah ke bilangan Biner….
a. $(10101)_2$ b. $(10100)_2$ c. $(11111)_2$ d. $(01100)_2$ e. $(10011)_2$

28. Konversi Bilangan Oktal $(27)_8$ ke Bilangan Desimal….
a.$(25)_{10}$ b.$(24)_{10}$ c.$(23)_{10}$ d. $(22)_{10}$ e. $(21)_{10}$

29. Konversi Bilangan Desimal $(23)_{10}$ ke bilangan Oktal….
a. $(28)_8$ b. $(24)_8$ c. $(27)_8$ d. $(72)_8$ e. $(82)_8$

30. Penjumlahan bilangan biner dari (1110) + (0101) adalah….
a. (10011) b. (11111) c. (11100) d. (10101) e. (00011)

31. ....
A. B. C. D. E.

32. ....
A. B. C. D. E.

33. ....
A. B. C. D. E.

34. ....
A. B. 1 C. D. E.

35. ....
A. B. C. D. E.

36. ....
A. B. C. D. E.

37. ....
A. B. C. D. E.

38. ....

A. B. C. D. E.

39. ....

A. B. C. D. E.

40. ....

A. B. C. D. E.

C. Psikomotorik skill

LEMBAR KERJA PRAKTEK

Mata pelajaran	: Aircraft Electrical And Electronic
Kompetensi dasar	: Electrical And Electronic (***Rangkaian Regulator Catu Daya 1,5 – 35 Volt DC)***
Kelas/ semester	:
Waktu	:

I. Tujuan :

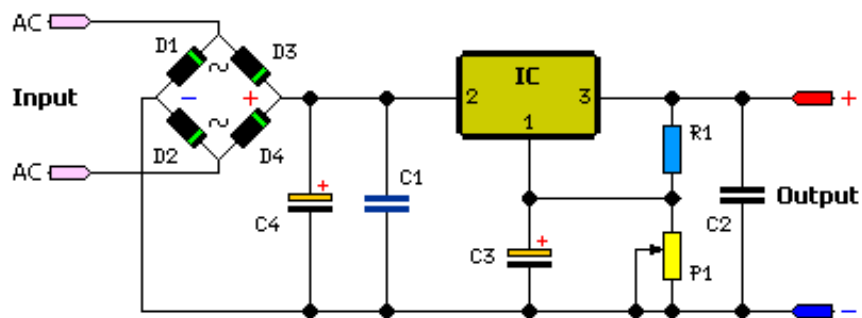
1. Siswa dapatmembuat rangakian catu daya
2. Siswa dapat memahami prinsip dasar catu daya
3. Siswa dapat memahami prinsip kerja catu daya

II. Alat yang digunakan

1. Multimeter
2. Solder
3. Pump Solder
4. Kabel penghubung
5. IC = LM317
6. P1 = 4.7K
7. R1 = 120R
8. C1 = 100nF – 63V
9. C2 = 1uF – 35V
10. C3 = 10uF – 35V
11. C4 = 2200uF – 35V
12. D1-D4 = 1N4007

III. Langkah kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
2. Buat rangkaian seperti pada gambar rangkaian
3. Periksakan rangkaian yang sudah selesai kepada guru/ instruktur
4. Bila sudah benar hidupkan listrik (ON)
5. Matikan listrik
6. Buatlah Laporan praktek

IV. Skema rangkaian *Rangkaian Regulator Catu Daya 1,5 – 35 Volt DC)*

LEMBAR PENILAIAN

Nama siswa	:…………………..
Tingkat / Kelas	:…………………..
Semester	:…………………..
Standar Kompetensi	:…………………..
Kompetensi Dasar	:…………………..

No	Komponen/Subkomponen Penilaian	Bobot	Pencapaian Kompetensi			
			Tidak (0)	Ya		
				7,0-7,9	**8,0-8,9**	**9,0-10**
I	Persiapan Kerja	10				
	▪ emakai pakain praktek					
	▪ emeriksa peralatan					
II	Proses kerja	40				
	▪ erapian memasang komponen					
	▪ ebenaran pemasangan Komponen					
	▪ utput Rangakaian					
III	Sikap Kerja	20				
	▪ eselamatan kerja					
	▪ anggung jawab					
IV	Laporan	30				
	▪ oldering					
	▪ esimpulan					
Nilai Praktik						

Bandung,

Guru mata pelajaran

D.Produk benda kerja sesuai criteria standar

BAB IV

PENUTUP

Materi *aircraft electrical and electronics* pada bahan ajar ini merupakan materi yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang mengambil Program Keahlian Teknologi Pesawat Udara khususnya Paket Keahlian Kelistrikan Pesawat Udara , sehingga apabila lulus nanti akan sangat membantu dalam pelaksanaan tugas sebagai mekanik di bidang penerbangan baik di industry manufaktur maupun perawatan Pesawat Udara.

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, anda berhak untuk mengikuti tes teori dan praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam bahan ajar ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke topik/bahan ajar yang lainya . Dan apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari guru/ instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh industry .Selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mengikuti uji kompetensi yang diadakan bersama antara sekolah dan industry untuk mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh industry .

DAFTAR PUSTAKA

A.J. Dirksen, 1982, **Pelajaran Elektronika Jilid1**, Penerbit Erlangga, Jakarta

Drs. Bambang Soepatah dan Drs. Soeparno, 1978, **Mesin Listrik 1**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

Drs. Moh. Nur dan Drs. B.J. Wibisono, 1978, **Ilmu Elektronika 2**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

John D. Ryder, PHD, **Engineering Electronics**, International Student Edition

M. Afandi dan Agus Ponidjo, 1977, **Pengetahuan Dasar Teknik Listrik 1**, Proyek Pengadaan Buku/Diktat Pendidikan Menengah Teknologi. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, Indonesia.

Millman Jacob dan Halkias Christos C, 1985, **Elektronika Terpadu Jilid2**, Erlangga, Jakarta

Old Sworth, 1985, **Digital Logic Design Butter** Worth, London

Pudak Scientific, **Basic Digital Communication**, Bandung, Indonesia

Wasito S, 1980, **Pelajaran Elektronika, Penguat Frekuensi TinggiJilid 2a**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1977, **Pelajaran Elektronika, Sirkit Arus Searah, Jilid 1a**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, **Pelajaran Elektronika Teknik Digital**, Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1982, **Pelajaran Elektronika, Teknik Denyut Op-amp ThyristorJilid 3**, Penerbit Karya Utama, Jakarta

Wasito S, 1995,**Vedemikum Elektronika Edisi Kedua**, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta